L'ARCHITECTURE ET LA CONSTRUCTION PRATIQUES MISES À LA...

Daniel Ramée





L'ARCHITECTURE

ET

LA CONSTRUCTION

PRATIQUES

MISES A LA PORTÉE DES GENS DU MONDE
DES ÉLÈVES, ET DE TOUS CEUX QUI VEULENT FAIRE BATIR

PAR

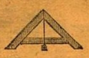
DANIEL RAMÉE

ARCHITECTE

AUTEUR DE L'HISTOIRE GÉNÉRALE DE L'ARCHITECTURE

447

Figures sur bois



PARIS

LIBRAIRIE DE FIRMIN DIDOT FRÈRES, FILS ET Cie

IMPRIMEURS DE L'INSTITUT, RUE JACOB, 56

1868



L'ARCHITECTURE

ET

LA CONSTRUCTION

PRATIQUES

OUVRAGES DU MÊME AUTEUR.

Histoire générale de l'Architecture, Paris, Amyot. 1862, 2 vol. grand in-8° avec 523 figures sur bois dans le texte.

Dictionnaire général des termes d'Architecture, en français, allemand, anglais et italien. Reinwald. 1 vol. in-8°, 1867.

Action de Jésus sur le monde, ou Conséquence du Christianisme. Dentu. 1 vol. in-8°, 1864.

TYPOGRAPHIE FIRMIN DIDOT. — MESNIL (EURE).

L'ARCHITECTURE

ET

LA CONSTRUCTION

PRATIQUES

MISES A LA PORTÉE DES GENS DU MONDE

DES ÉLÈVES, ET DE TOUS CEUX QUI VEULENT FAIRE BATIR

PAR

DANIEL RAMÉE

ARCHITECTE

AUTEUR DE L'HISTOIRE GÉNÉRALE DE L'ARCHITECTURE





PARIS

LIBRAIRIE DE FIRMIN DIDOT FRÈRES, FILS ET CIE

IMPRIMEURS DE L'INSTITUT, RUE JACOB, 56

1868

PRÉFACE.

Cet ouvrage est destiné à servir à toutes les personnes qui veulent élever des constructions quelconques, soit à la ville, soit à la campagne. Il est surtout destiné aux propriétaires qui font bâtir, et qui, par une raison ou une autre, ne peuvent s'adresser à un architecte pour diriger et contrôler les travaux. Cet ouvrage les initiera utilement aux connaissances pratiques qui sont nécessaires à la direction des œuvres qui constituent ce qu'on nomme la *construction*.

Qu'on ne s'effraye pas de la quantité d'instructions que contient ce volume. En les lisant avec quelque attention on verra bientôt qu'elles sont faciles à saisir et à appliquer. La presque totalité de ces instructions sont éminemment pratiques. L'auteur s'est efforcé d'en éloigner, autant que possible, les sujets théoriques, qui sont du domaine de l'architecte et du constructeur de profession. S'il n'y a pas de doute que le propriétaire trouve dans ce livre des notions pratiques qui lui sont déjà connues, il est certain aussi qu'il en rencontrera d'autres qu'il ignore et qu'il ne pourrait apprendre qu'en consultant un grand nombre d'excellents ouvrages sur la construction, ce qui serait fastidieux et ne pourrait se faire qu'avec une grande perte de temps et une dépense considérable.

Pour la lecture de cet ouvrage, nous demandons quelque attention. Il est divisé en trois parties principales, précédées de quelques connaissances d'arithmétique et de géométrie, qui seront utiles à apprendre, si on ne les possède déjà,

ce qui aura certainement lieu pour beaucoup de nos lecteurs. Ces connaissances préliminaires et auxiliaires s'appliquent au dressé des plans, à la rédaction des devis, à la conduite et au contrôle des travaux et enfin au règlement des mémoires. On verra, à la lecture de la partie géométrique de ces connaissances auxiliaires, qu'elles se rapportent toutes à la pratique, à l'expérience. Nous nous sommes abstenu à dessein d'entrer dans les démonstrations des propositions : on les trouvera dans les livres de géométrie et autres ouvrages théoriques. Au reste, avec un peu d'attention, on saisira la vérité de toutes les énonciations contenues dans la partie de ce volume qui est intitulée ***Connaissances auxiliaires et préliminaires.***

Le premier livre de cet ouvrage traite de la connaissance des matériaux, tels que pierres naturelles et artificielles, pisé, métaux, bois de construction, chaux, sable, mortier, ciments, mastics, couleurs, etc., etc.

Le second livre enseigne la science des constructions, ou notions pour employer en connaissance de cause les matériaux qu'on a appris à connaître. On s'y occupe du sondage et de la connaissance du sol, des fouilles, des fondements, des fondations, de la maçonnerie, de la charpente, de la menuiserie, de la serrurerie, de la couverture, etc.

Le troisième livre est consacré à l'initiation de la composition des projets de construction, c'est-à-dire au plan, à l'élévation ou façades, aux coupes des bâtiments, à l'échelle de réduction et enfin à la mise en œuvre des travaux à exécuter.

Dans l'appendice on traite la question des devis et l'évaluation des ouvrages.

Toutefois, ce livre n'est pas exclusivement destiné aux propriétaires qui cherchent une distraction agréable dans la construction, et il y en a beaucoup de cette catégorie, ou bien qui sont forcés de bâtir dans des localités où ils ne

peuvent faire diriger les travaux par un architecte. Ce volume s'adresse aussi aux jeunes architectes, aux entrepreneurs qui exercent leur profession en province, loin des grandes bibliothèques; il s'adresse encore aux ouvriers intelligents de bâtiment, qui trouveront dans nos pages une grande accumulation de renseignements utiles et nouveaux.

Nous avons dû nous étendre un peu plus longuement sur la question des voûtes que sur celles qui embrassent les autres parties de la maçonnerie, parce qu'elles constituent une question capitale dans la construction. Cette question est cependant à la portée de tout propriétaire constructeur, s'il a soin de s'initier aux éléments géométriques qui s'appliquent à la composition graphique comme à l'exécution matérielle des voûtes. Qu'il n'oublie pas qu'on lit en sachant épeler, et qu'on n'épelle que quand on connaît l'alphabet. L'alphabet pour la composition et la *lecture* des voûtes consiste en notions élémentaires de géométrie et en quelques calculs. Nous ne parlons, bien entendu, que des voûtes pratiquées dans les maisons, comme voûtes en berceau et voûtes d'arête.

Nous nous sommes occupé d'une manière circonstanciée des fondements, qu'il ne faut pas confondre avec les fondations. Les fondements sont l'ensemble ou la totalité des opérations ou travaux qui doivent former seulement un appui destiné à supporter les fondations proprement dites. La science des fondements est certes portée à un haut point de perfection en France. Mais les détails qui constituent son ensemble ne sont pas réunis en un corps d'ouvrage; on les trouve disséminés dans les publications périodiques des ponts et chaussées et dans les livres que publie le génie militaire; plusieurs ouvrages qui traitent de la construction en donnent aussi certaines parties. De tous ces détails éparpillés nous avons formé un résumé qui remplira les vues

du propriétaire qui doit bâtir sur des sols douteux ou entièrement mauvais.

Nous avons consulté pour notre travail les ouvrages les plus estimés. Nous avons toujours eu un Rondelet devant nous. Nous avons fait d'utiles emprunts à M. Demanet, auteur du *Cours de construction*, à MM. Claudel et Laroque, auteurs de la *Pratique de l'art de construire.* Nous avons également puisé dans les ouvrages allemands de MM. B. Harres, Joh. Schnedar, W. G. Bleichrodt, et A. Scheffers, ainsi que dans les excellents *Traités* publiés en anglais par feu M. Weale, dont bon nombre ont obtenu plusieurs éditions en peu d'années.

Nous avons ajouté à notre texte 447 figures gravées sur bois qui aideront puissamment à l'intelligence des sujets que nous traitons. Nous donnons surtout des détails qui sont plus utiles à l'amateur constructeur que ce qu'on nomme, en terme d'art, les ensembles. Nous nous sommes abstenu à dessein, autant que possible, des termes techniques, peu familiers aux constructeurs amateurs, et toutes les fois que nous avons été obligé de les employer, pour être clair et concis, nous avons donné entre parenthèses leur signification.

BIBLIOGRAPHIE.

Ausseur, *Tableaux du prix en règlement de menuiserie, suivis de la manière d'en mesurer et classer les nombreux articles*; in-8°, 1839.

Boileau et Bellot, *Traité complet de l'évaluation de la menuiserie; méthode générale pour mesurer, détailler et mettre à prix les ouvrages de menuiserie en bâtiment et de menuiserie d'art, etc.*; in-8°, avec atlas, in-4°, 1861.

Blottas, *Traité complet du toisé des ouvrages de maçonnerie, etc.*; 2 vol. in-8°, 1839.

Jolly, *César*, et Joly fils, *Études pratiques sur la construction des planchers et poutresen fer, etc.*; in-8°, avec atlas, 1863.

Leblanc (E.), *Tarif du poids des fers carrés, méplats et ronds, suivi du calcul fait du poids des tuyaux en fonte, en plomb et en cuivre, etc.*; 1. vol. in-12.

Chateau (F.), *Technologie du bâtiment, ou étude complète des matériaux de toute espèce employés dans l'art de bâtir, etc.*; 2 vol. in-8°, 1863, 1866.

Claudel (J.) et Laroque, *Pratique de l'art de construire. Maçonnerie, terrasse et plâtrerie, etc.*; 3e édition, 1 vol. in-8°, 1863.

Dejardin, *Routine de l'établissement des voûtes, ou recueil de formules pratiques et de tables déterminant à priori et d'une manière élémentaire le tracé, les dimensions d'équilibre et le métrage des voûtes d'une espèce quelconque*; in-8°, 1860.

Boutereau (C.), *Construction des escaliers en bois, ou manipulation et posage des escaliers ayant une ou plusieurs rampes*; 1 vol. in-8°, avec atlas.

Michel et Boutereau, *Nouveau Vignole du Charpentier*; 1 vol. in-8°, avec atlas, 1857.

Vicat, *Traité de la composition des mortiers et des gangues.*

Le Bossu, *L'Architecte régulateur, ou tableaux alphabétiques des prix réglés de tous les ouvrages en bâtiment, etc., à l'usage de toutes les personnes qui s'occupent de la construction ou qui font bâtir.*

Id., *Le Métreur et vérificateur en bâtiments*; 2 vol. in-18.

Perrin, *Code des constructions et de la contiguïté, ou législation complète des bâtiments et constructions, des servitudes et du voisinage, etc.*; 1 volume, in-8°, plusieurs éditions.

Frémy-Ligneville, *Traité de la législation des bâtiments et constructions: doctrine et jurisprudence civiles et administratives, contenant les devis*

et marchés, la responsabilité des constructeurs, leurs priviléges et honoraires, etc.; 2 vol. in-8°.

Renard (F.-A.), *Vignole centésimal, ou les règles des cinq ordres d'architecture de J. Barrozio de Vignole, etc.*; in-8°.

D. Ramée, *Dictionnaire général des termes d'architecture en français, allemand, anglais et italien*; 1 vol. in-8°, 1867.

Morin (général A.), *Études sur la ventilation*; 2 vol. in-8°, 1863.

Les Manuels Roret.

Petit (Victor), *Habitations champêtres*, in-4°.

Id., *Maisons de campagne.*

Patisson, *Cottages, villas, country residences, with estimates*: Londres, 1864.

Calvert-Vaux, *Villas and Cottages, a series of designs*; New-York, in-8°, 1864.

Herr (Rob.), *The Gentleman's House, or how to plan english residences from the parsonage to the palace*; Londres, in-8°, 1864.

Aikin (E.), *Designs for villas and other rural buildings*; in-4°, Londres, 1835.

Gandy (J.), *Rural architecture, designs for country buildings*; in-4°, 1805.

Goodwin (F.), *Rural architecture*, 2 vol. in-8°, Londres, 1835.

Id., *Supplement to cottage architecture*, 1835.

Papworth (J. B.), *Rural Residences*, 1832.

Robinson (P. F.), *Village architecture*, 1837.

Loudon's, *Encyclopædia of cottage architecture*; Londres, in 8°, 1839.

TABLE DES MATIÈRES.

LIVRE DEUXIÈME.

CHAPITRE PREMIER.

CHAPITRE II.

CHAPITRE III.

CHAPITRE IV.

CHAPITRE V.

Charpente.

CHAPITRE VI.

Menuiserie.

CHAPITRE VII.

Serrurerie.

CHAPITRE VIII.

Couverture.

CHAPITRE IX.

Du carrelage.

CHAPITRE X.

Peinture.

CHAPITRE XI.

Pavage.

CHAPITRE XII.

Marbrerie.

CHAPITRE XIII.

LIVRE TROISIÈME.

Science architecturale.

APPENDICE.

INTRODUCTION.

CONNAISSANCES AUXILIAIRES ET PRÉLIMINAIRES.

Nous croyons convenable de faire précéder la science pratique de la construction de quelques notions de géométrie, de statique, de physique, etc. Ces connaissances, resserrées dans un cadre restreint, aideront à comprendre les opérations ainsi que bon nombre de termes géométriques dont on est forcé de se servir pour la construction Nous avons cherché autant que possible à éloigner de notre travail les termes techniques employés dans chaque corps de métier; mais on comprendra qu'il nous a été impossible de les bannir entièrement. Quand on a affaire à des ouvriers, quand on veut diriger les travaux qu'ils exécutent, il faut parler le plus qu'on peut le langage auquel ils sont habitués. D'abord les ordres donnés se présentent plus clairement à leur esprit, et ensuite on évite des phrases longues que leur inexpérience les empêche de saisir du premier coup.

Il ne faut pas s'effrayer de l'étude des quelques connaissances relatives à la construction contenues dans les pages qui vont suivre; car elles ne sont pas difficiles à comprendre. Il faut les lire avec attention, et s'y initier lentement, peu à peu; il faut surtout ne pas sauter sur les éléments préliminaires, qu'il est essentiel de connaître et de retenir pour comprendre les explications qui suivent.

Les connaissances auxiliaires ne serviront pas seulement à l'amateur constructeur pendant les travaux : elles le mettront encore à même de dresser plus facilement un devis pour se rendre compte de la dépense de ces travaux. Plus tard, quand tous les travaux sont achevés, elles l'aideront puissamment dans la lecture et l'appréciation des mémoires des différents

entrepreneurs et lui permettront de mener à bonne fin le règlement définitif de ces mémoires.

Les principes de géométrie, par exemple, que nous donnons en tête de ce livre trouvent continuellement leur application dans la maçonnerie, dans la charpente et même dans la menuiserie. Ils seront utiles pour la surveillance à exercer sur la coupe des pierres, l'exécution des voûtes, la combinaison et l'assemblage des bois de charpente, etc.

Il faut connaître encore les premiers éléments de géométrie pour dessiner ou comprendre les projets de construction à élever. La paroi d'un mur est une surface; un mur est un corps ou solide de maçonnerie. Or la géométrie est la science qui initie aux rapports et aux propriétés des limites soit des surfaces, soit des corps ou solides. Les limites des surfaces sont des lignes, et les limites ou extrémités des corps ou solides sont des surfaces. Les corps peuvent être vides ou solides. Une chambre, quoique vide, est formée de quatre côtés verticaux, de deux faces horizontales, le plancher et le plafond. Un corps est plein ou dit *solide*, s'il est constitué dans toute son étendue, longueur, hauteur et épaisseur par une matière ou substance quelconque. Un mur est donc un corps plein ou solide, parce que toute son étendue est remplie de maçonnerie; une poutre est un corps plein, parce que toute son étendue est remplie par le bois (fibres et séve).

La plus grande partie des innombrables détails qui constituent le monde et les détails surtout de notre globe, visibles à l'œil, témoignent de la présence des lois qu'enseigne la géométrie. On aperçoit ces lois dans la minéralogie, dans la botanique, dans les transformations chimiques naturelles, dans la météorologie (configuration de la neige), etc., et si nous avions un livre qui retraçât dans un ensemble complet la réunion des parties divisées qui forment le monde, ou ce qu'on nomme synthèse, on verrait le rôle important, absolu, que joue la géométrie dans la nature visible et immatérielle.

C'est l'appropriation de cette nature qui est de nouveau mise en œuvre dans la construction. Or comme cette nature repose essentiellement sur des éléments de géométrie qui lui inculquent l'ordre et l'harmonie qu'on y remarque et qu'on ad-

mire, il faut que le constructeur connaisse au moins les éléments rudimentaires de cette science. Ces éléments il les trouvera concentrés aussi succinctement que possible dans les quelques pages suivantes. Ils lui suffiront pour comprendre tous les principes contenus dans cet ouvrage. Mais s'il veut pousser plus loin l'étude de ces diverses sciences, nous l'engageons alors à consulter des livres spéciaux de géométrie, de physique et de chimie expérimentale.

Nous nous sommes servi de quelques signes abréviatifs dont on fait usage dans les mathématiques. Ainsi le signe + signifie *plus* ou l'addition. A ajouté à B (que A et B soient des mesures ou des nombres), s'exprime ainsi : $A + B$.

Le signe — signifie *moins* ou la soustraction ; $A - B$ veut dire A moins B.

Le signe $\times$ signifie la *multiplication ;* $A \times B$ veut dire que A est multiplié par B.

Le signe = signifie *l'égalité ;* $A = B$ veut dire que A est égal à B.

$\frac{A}{B}$ signifie A divisé par B.

: deux points placés ainsi l'un au-dessus de l'autre signifient *est à.*

:: quatre points placés en carré signifient *comme à.* Ainsi 2 : 3 :: 4 : 6 veut dire que 2 est à 3 comme 4 est à 6.

CHAPITRE PREMIER.

Des lignes, des angles et du cercle.

Une ligne, en géométrie, est une longueur sans largeur ni hauteur.

Le point mathématique est l'extrémité d'une ligne : il n'a point d'étendue. On tire cependant des lignes matérielles et l'on trace des points au moyen du crayon, afin de les rendre visibles à l'œil.

La ligne droite est la plus courte distance d'un point à un autre.

Toute ligne qui n'est ni droite ni composée de lignes droites est une ligne *courbe*.

Toute ligne composée de lignes droites est une ligne *brisée*.

Si entre deux points donnés on se figure une ligne qui n'est pas droite, on peut tirer entre ces deux points une autre ligne identiquement semblable à la première (*fig.* 1).

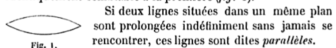


Fig. 1.

Si deux lignes situées dans un même plan sont prolongées indéfiniment sans jamais se rencontrer, ces lignes sont dites *parallèles*.

On nomme lignes *convergentes* celles qui tendent vers un seul et même point, et *divergentes* celles qui s'écartent d'un point.

Une ligne est *horizontale* lorsqu'elle est parallèle à la surface d'une eau calme ou au fléau d'une balance.

Un poids quelconque suspendu en l'air par un fil ou cordeau produit au moyen de ce fil ou de ce cordeau une ligne *perpendiculaire* à la surface de l'eau et qui se dirige droit au centre de la terre. On nomme aussi une telle ligne *verticale*, ligne *normale*.

En mathématiques toute ligne qui forme un angle droit avec une autre ligne, est dite perpendiculaire, et est perpendiculaire à la ligne horizontale.

Un angle est formé par la rencontre de deux lignes droites; l'angle est la quantité d'espace plus ou moins grand contenu entre ces lignes au point de leur intersection.

Le point où se rencontrent deux lignes ou l'intersection, se nomme sommet de l'angle, et les deux lignes qui forment l'angle sont appelées ses *côtés*.

On nomme angle *droit*, *abc* (*fig.* 2), un des angles formés par une perpendiculaire abaissée ou élevée sur une ligne horizontale. L'angle droit est encore un des quatre angles formés par deux lignes qui se croisent au centre d'un cercle, de telle sorte que

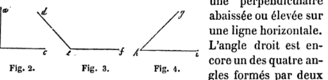


Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4.

ces lignes coupent la circonférence en 4 parties égales. (*fig.* 5).

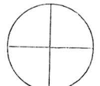
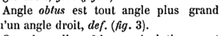




Fig. 5.

Angle *aigu* est tout angle plus petit qu'un angle droit, *ghi.* (*fig.* 4).



Angle *obtus* est tout angle plus grand qu'un angle droit, *def.* (*fig.* 3).

Quand une ligne fait une révolution ayant comme point de centre une de ses extrémités, et qu'elle aboutit de l'autre extrémité à son point de départ, cette ligne, appelée rayon, décrit un *cercle.*

La plus grande et plus longue ligne qu'on puisse tirer dans un cercle est celle qui passe par le point de centre de ce cercle, *ab* (*fig.* 6) : une telle ligne est appelée *diagonale;* la diagonale est le double du rayon.

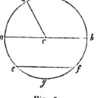


Fig. 6.

L'*arc* est une portion de la circonférence *egf.* La *corde* est la ligne droite *ef* qui joint les deux extrémités de l'arc.

Le *segment* est la surface ou portion de cercle comprise entre l'arc et la corde *ef.*

La tangente est une ligne qui n'a qu'un point de commun avec la circonférence.

Surface est ce qui a longueur et largeur, sans hauteur ni épaisseur.

Le *plan* est une surface dans laquelle prenant deux points à volonté, et joignant ces deux points par une ligne droite, cette ligne est tout entière dans la surface.

Quand les lignes qui renferment un espace sont droites, la figure qu'elles forment s'appelle figure rectiligne ou polygone, et les lignes elles-mêmes prises ensemble forment le *contour* ou *périmètre* du polygone.

Pour faciliter les opérations dans plusieurs sciences, et pour pouvoir indiquer en chiffres la valeur d'un angle, on a divisé le cercle en 360 parties. Une perpendiculaire élevée au point de centre sur le diamètre d'un cercle, divise la circonférence en quatre parties égales. On est convenu de diviser chacune de ces quatre parties en 90 autres parties, nommées *degrés.* L'angle droit a 90 degrés. On peut facilement construire une figure

marquant exactement les degrés, quand on est privé de l'instrument nommé rapporteur.

On décrit un cercle avec le compas ; on tire deux diamètres perpendiculaires l'un à l'autre. Aux points où ces deux diamètres coupent la circonférence ou périphérie, ils la divisent en quatre parties égales, de chacune 90 degrés, obtenus en divisant une des quatre parties en trois, et chacune de ces parties ensuite en 30, ou en dix et après chacune des dix en neuf.

$4 \times 3 \times 30$ ou $10 \times 9 \times 4$, parce que 4 multipliés par 3 font 12, qui multipliés par 30 font 360, ou parce que 10 multipliés par 9 font 90, multipliés par 4 font 360.

Le *triangle* est le plus simple des polygones. On ne peut pas former de figure avec deux lignes.

Le *carré* est une figure ou polygone qui a ses quatre côtés égaux et ses angles droits.

Le *rectangle* a ses angles droits mais seulement deux côtés égaux; il est plus long que large.

Une *surface courbe* est celle qui n'est ni plane ni composée de surfaces planes. On ne peut tirer une ligne droite d'un point à un autre sur une surface courbe.

Tout solide a les trois mesures de l'étendue, longueur, largeur, hauteur ou épaisseur. Les solides ou corps sont terminés par des surfaces, des plans ou faces planes.

Pour faire un corps, il faut quatre surfaces au moins. Une, deux, trois surfaces ou plans ne peuvent pas faire un corps ou solide.

La surface d'un corps est celle au moyen de laquelle il est ou se trouve formé ou enveloppé.

Le cube d'un corps ou solide est l'espace qu'il renferme selon sa longueur, sa largeur, sa hauteur ou épaisseur.

La surface de sa base est celle sur laquelle il est posé.

La hauteur ou l'élévation d'un solide est la mesure qui s'étend de son sommet en ligne verticale jusqu'à sa base, ou la prolongation de sa base.

Les corps ont des surfaces planes ou courbes.

Si les surfaces d'un corps sont planes et terminées par des lignes droites, si enfin ces surfaces sont des rectangles, paral-

lèles deux à deux, elles font naître le *cube*, le *parallélipipède*, le *prisme quadrangulaire*.

Fig. 7.

Fig. 8.

Fig. 9.

Fig. 10.

Le cube (*fig.* 7) est un corps parallélipipédique régulier, compris sous six carrés égaux, quatre pour les faces verticales, deux pour les faces horizontales (une pour la base, une pour le sommet ou haut). Toutes les lignes qui terminent un cube, et qui sont nommées arêtes, sont d'égale longueur. Les dés à jouer sont des cubes.

Le parallélipipède (*fig.* 8) est un prisme qui a six faces, quatre verticales plus longues que les deux faces rectangulaires horizontales; une poutre peut donner l'idée du parallélipipède, qui a toujours une base carrée ou rectangulaire.

Quand les deux faces extrêmes, ou horizontales, ou la base et le sommet d'un parallélipipède, forment un cercle, alors ce corps ou solide ou volume est nommé *cylindre* (*fig.* 9). La colonne en est un exemple. La ligne droite ponctuée au centre du cylindre se nomme axe, c'est l'axe du cylindre.

Le solide ou corps qui naît de la révolution d'un demi-cercle (*fig.* 10) sur son diamètre est nommé *sphère* (boule). La ligne ou le diamètre autour duquel s'opère la révolution est nommée *axe* de la sphère : ses deux extrémités sont appelées *pôles*.

La sphère aplatie à ses deux pôles, comme l'est notre globe, est nommée *sphéroïde*.

CHAPITRE II.

De l'étendue et des proportions.

L'étendue (volume, grosseur) d'un objet quelconque est ce qui constitue la faculté d'augmenter ou de diminuer ses parties.

L'étendue ou grandeur peut être une partie d'une autre éten-

due ou grandeur, comme par exemple le décistère est un dixième du stère ou mètre cube, un centimètre la centième partie du mètre linéaire.

L'étendue est donc une partie d'une autre étendue, pourvu toutefois que la plus petite représente exactement un certain nombre de fois la grande. Donc la plus grande de ces étendues est un multiple exact de la plus petite.

Si par exemple une ligne a est deux, trois, quatre fois ou plus, plus longue que la ligne b, alors

a est le multiple de b, et
b est une partie de a.

Tout nombre est le multiple d'un autre nombre, lorsqu'il contient ce nombre pour facteur, et au contraire tout nombre qui est le facteur d'un autre nombre est une partie de ce nombre.

36 est le multiple de 3 ($3 \times 12 = 36$).
3 est une partie de 36 (36 divisé par $3 = 12$).

Quand de deux nombres aucun n'est le facteur de l'autre, aucun des deux n'est ni une partie ni un multiple de l'autre; mais ces deux nombres peuvent toutefois être la partie ou le multiple d'un troisième nombre. Ainsi par exemple 5 et 4 sont des parties de 40 ($5 \times 8 = 40$; $4 \times 10 = 40$), et chacun des deux nombres 15 et 27 est un multiple de 3 ($5 \times 3 = 15$; $3 \times 9 = 27$).

La géométrie et en général les mathématiques ont pour objet la mesure de l'étendue. Ces sciences considèrent l'étendue linéaire, superficielle et cubique, isolée de toutes espèces de propriétés des choses; le géomètre se représente l'étendue comme une liaison ou une suite de parties, soit véritablement distinctes les unes des autres, ou formant un tout, un ensemble comme il arrive pour les figures planes et pour les corps solides.

Dans un mètre superficiel, par exemple, il y a dix mille parties égales, nommées centimètres superficiels, quoique ces 10,000 parties n'y soient pas tracées et visibles à l'œil. Dans un mètre cube, il y a 1,000,000 de centimètres, quoiqu'ils ne soient ni tracés ni visibles.

Donc des lignes, des superficies et des corps sont des grandeurs susceptibles d'augmentation ou de diminution de leurs parties, soit en réalité soit en pensée.

Qu'on divise une ligne en quatre parties égales. Une de ces parties est, quant à son étendue, le quart de cette ligne entière. Une de ces quatre parties est contenue quatre fois dans la ligne entière ; elle a une certaine *proportion* avec toute la ligne. Ce quart se rapporte quant à son étendue à l'étendue de la ligne entière comme 1 à 4, ou le rapport de la partie à l'ensemble ou au tout est comme 1 à 4. Si la ligne était divisée en 5, le rapport serait comme 1 à 5, et ainsi de suite.

Si l'on nomme cette quatrième ou cinquième partie la mesure, l'unité de la mesure, la mesure de la ligne, on peut chercher combien de fois cette mesure y est contenue. On peut en général mesurer par ce moyen la dimension d'une ligne quelconque donnée.

Mesurer veut donc dire déterminer et adopter pour unité une mesure connue pour se rendre compte combien de fois cette mesure est contenue dans une autre étendue ou mesure. La *mesure* est donc l'unité, la longueur avec laquelle on s'assure de la dimension d'un objet.

Un quart d'heure est la quatrième partie d'une heure entière, et si dans une heure on fait 12,000 pas, un quart d'heure a le quart de ces 12,000 pas. (Le quart d'heure $= \frac{12,000}{4} = 3,000$ pas). Si l'on a par conséquent fait 3,000 pas, on a marché pendant un quart d'heure, et si l'on a fait 12,000 pas, on a marché une heure entière. Le rapport du quart d'heure à l'heure entière est par conséquent comme 3,000 à 12,000, comme 3 à 12 ou comme 1 à 4. Le pas peut être pris ici comme mesure, comme unité fondamentale d'une certaine distance; car quand on aura fait 24,000 pas, on saura qu'on a parcouru un chemin de deux heures de longueur.

CHAPITRE III.

Du mètre et de la mesure.

Le mètre est l'unité fondamentale des poids et mesures en France. Le mètre est une longueur qui est la dix millionième partie du quart du méridien terrestre, ou la quarante millionième du plus grand cercle de la terre, dirigé du nord au sud. Un centimètre est la centième partie de la longueur du mètre ; le pied de l'homme a environ 25 centimètres : on peut donc se faire à peu près l'idée de l'étendue du mètre, en le comparant à quatre fois la longueur du pied humain.

Quand on dit telle ligne a 10 mètres de longueur, on a une idée de la longueur de cette ligne, parce qu'on connaît l'étendue de l'unité employée pour désigner cette mesure. Pour tracer une ligne de 10^m il faudra placer dix fois à la suite les unes des autres l'unité ou la mesure qu'on figurera à côté.

La mesure est similaire à ce qui doit être mesuré. C'est ce qui se comprend déjà par l'idée de ce que l'on nomme mesure. Elle est l'unité, une partie de ce qui doit être mesuré. Voilà aussi pourquoi des lignes ne peuvent être mesurées que par des lignes. Il est d'usage de nommer la mesure destinée à mesurer des lignes, mesure linéaire, mesure de longueur.

On divise de telle sorte la mesure de longueur en millimètres, centimètres et décimètres, que chaque fois la plus grande mesure soit un multiple déterminé et invariable de la plus petite, parce qu'il faudrait trop de détail pour se rendre compte d'une distance d'une certaine longueur au moyen des plus petites dimensions, par exemple, de millimètres et de centimètres. Pour les mesures décimales ou division par 10, la mesure se multiplie par 10; 10 millimètres font un centimètre, dix fois dix centimètres font un mètre, dix mètres font un décamètre, cent mètres font un hectomètre, mille mètres font un kilomètre et enfin dix mille mètres font un myriamètre.

Une surface ne peut pas être mesurée au moyen d'une ligne, car la surface est dissimilaire de la ligne. Pour mesurer une

surface, il faut de toute nécessité se servir d'une unité ou mesure d'étendue identique, c'est-à-dire une surface.

Il en est de même quant à la mesure des corps ou solides. Ce n'est qu'avec des corps qu'on peut mesurer des corps, une unité d'égale nature ou similaire.

Il ne s'en suit cependant pas que pour mesurer on doive se servir de véritables surfaces, de véritables corps. Ce moyen présenterait dans l'exécution de grandes et nombreuses difficultés. Les lignes ne peuvent être et ne sont mesurées qu'au moyen de lignes, car la ligne est la plus simple de toutes les étendues. Toutefois plusieurs lignes combinées entre elles forment des surfaces et plusieurs surfaces peuvent se réunir pour former un corps, comme ce que nous voyons dans la minéralogie. Or si une surface est déterminée par des lignes, une surface peut aussi être mesurée par des lignes, et par cette série progressive de simples lignes suffisent pour déterminer la dimension d'un corps quelconque.

Ainsi, si une figure plane d'un mètre de longueur et d'un mètre de largeur était circonscrite par quatre angles droits, cette figure formerait un carré parfait, dont chaque côté aurait un mètre de longueur. Un tel carré pourrait servir commodément pour mesurer toutes les surfaces possibles. Si l'on avait un rectangle de 3 mètres de longueur sur 3 mètres de largeur, tout carré de un mètre de longueur sur un mètre de largeur serait contenu 9 fois dans le rectangle en question.

Le carré *a* (*fig.* 11) serait donc contenu 9 fois dans le rectangle *dbce*.

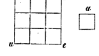


Fig. 11.

Si l'on nomme le petit carré *a*, dont les côtés ont $\frac{1}{10}$ de centimètre de largeur, millimètre carré, parce que 10 parties ou millimètres font un centimètre, le grand rectangle *dbce*, 3×3 contiendra 9 millimètres superficiels.

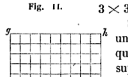


Fig. 12.

Supposons encore que le petit carré ait un centimètre en tous sens, alors on dira que le grand carré *dbce* a 9 centimètres superficiels.

Supposons enfin un rectangle *fghi* (*fig.* 12), figure à angle droit plus longue que

large, qui se compose de 5 carrés en hauteur et de 9 en longueur; 5 multipliés par 9 font 45. Si un des petits carrés est pris comme unité, un millimètre, on dira que le rectangle *fghi* a 45 millimètres de superficie; si l'unité est un centimètre, il aura 45 centimètres de superficie; si l'unité est un mètre, il aura 45 mètres de superficie.

Il n'est pas besoin d'appliquer réellement la mesure carrée pour connaître la superficie d'un plan, sur le plan lui-même. Il suffit de savoir la longueur de chaque côté, c'est-à-dire combien de fois l'unité et ses subdivisions peuvent se poser sur chaque côté, pour savoir combien de fois cette unité est contenue dans le rectangle à mesurer. Prenons pour modèle le rectangle *fghi*. Nous mesurons avec notre unité. Si cette unité est un mètre, nous trouverons qu'elle va 5 fois sur la face *fg*, et 9 fois sur la face *gh;* alors en multipliant 5 par 9 nous aurons 45 qui est le même nombre que celui qu'on trouva en comptant chaque carré séparément. Si au lieu de l'unité *mètre*, nous prenons l'unité centimètre, on aura 45 centimètres au lieu de 45 mètres. Si l'on adopte l'unité millimètre, on aura 45 millimètres au lieu de 45 mètres ou 45 centimètres. Il y a par conséquent des mètres, des centimètres et des millimètres carrés. Un mètre superficiel, ou une superficie d'un mètre de long sur un mètre de large, contient 10,000 centimètres de superficie, parce que dans un mètre linéaire (une ligne d'un mètre de longueur) il y a 100 centimètres, et que ces 100 centimètres de la longueur multipliés par les 100 centimètres de la largeur ou profondeur produisent dix mille ($100 \times 100 = 10{,}000$).

Il y a un million de millimètres carrés ou superficiels dans un mètre carré ou superficiel, par la raison qu'il y a mille millimètres linéaires dans un mètre et que 1,000 multipliés par 1,000 font 1,000,000.

Chaque fois qu'on parle de la contenance d'une surface en mesure carrée, on suppose qu'une unité quelconque a été adoptée pour cette contenance et pour cette mesure. Nous nous servons en France de l'unité appelée *mètre*, et que tout le monde doit connaître. Supposons qu'on parle d'un toit de 120 mètres superficiels. Si l'on n'a pas déterminé en même temps la longueur des côtés du toit, en disant que les faces ou côtés ont

l'un 12 mètres et l'autre 10 mètres, il se pourrait que cette contenance superficielle de 120 mètres fût le résultat d'un toit de 20 mètres de longueur sur 6 mètres de largeur. Car si 12 multipliés par 10 donnent 120, 20 multipliés par 6 donnent également 120, et le mètre carré ou superficiel est contenu un égal nombre de fois dans les deux superficies d'inégale apparence ou figure. Si l'on sait que 20 ardoises couvrent un mètre superficiel, pour faire de suite une application, on saura qu'il faut 2,400 ardoises pour couvrir les 120 mètres superficiels : $120 \times 20 = 2{,}400$. La quantité de 2,400 ardoises est suffisante pour couvrir une superficie de 120 mètres, soit que cette susuperficie ait 12 mètres de longueur sur 10 mètres de largeur, soit qu'elle ait 20 mètres de longueur sur 6 mètres de largeur.

Une surface de 4 mètres a 4 mètres de longueur sur 1 mètre de largeur, et alors elle forme un rectangle ; ou bien elle aura 2 mètres de hauteur sur 2 mètres de largeur, et formera un carré. Car pour le premier cas, on aura $1 \times 4 = 4$, et pour le second $2 \times 2 = 4$.

Ainsi la mesure linéaire, la mesure destinée à mesurer les surfaces ou superficies, peut se subdiviser en plus petites portions, et ici la règle est que : une mesure plus grande est invariablement le multiple d'une plus petite. On divise le mètre carré en centimètres carrés, et un centimètre carré en millimètres carrés. Quand la mesure linéaire destinée à former la mesure superficielle est décimale, comme en France, où un mètre a 100 centimètres, et chaque centimètre 10 millimètres, on aura pour chaque mètre superficiel 100 centimètres multipliés par 100 ou 10,000 centimètres carrés ou superficiels et 1,000,000 de millimètres superficiels. Car tout centimètre carré peut se subdiviser en 100 millimètres carrés, dont chaque millimètre carré aura un millimètre de longueur sur chacune de ses faces.

Supposons une surface de 30 mètres 27 centimètres de longueur sur 23 mètres 54 centimètres de largeur, quelle sera sa superficie ?

Multipliez un nombre par l'autre et le résultat sera la superficie ou contenance demandée.

Ainsi : 30,27
23,54
—————
121 08
15135
9081
6054
—————
712,5558 ou 712 mètres, 55 centim., 58 millimètres.

Il faut bien que nous disions en ce lieu un mot de la célèbre proposition de Pythagore que : *le carré fait sur l'hypothénuse d'un triangle rectangle est égal à la somme des carrés faits sur les deux autres côtés.*

Sur l'hypothénuse, c'est-à-dire le plus grand côté du triangle rectangle *abc* (*fig.* 13), élevez un carré *acde*, et sur les côtés *ab*, *bc*, élevez-en deux autres *abfg* et *bihc*. Divisez le côté *ac* du carré *acde* ou l'hypothénuse en cinq parties égales, et l'on trouvera que le plus petit côté du triangle, *cb*, contiendra trois parties des cinq parties de l'hypothénuse et que l'autre côté *ab* du triangle en contiendra quatre. Faites selon ces divisions des carrés ainsi que le montre la fig. 13, et l'on trouvera que le carré élevé sur l'hypothénuse contiendra 25 petits carrés, tandis que le carré du petit côté en contiendra 9 et qu'enfin le carré fait sur l'autre côté du triangle en contiendra 16. Maintenant qu'on additionne le nombre des carrés du petit carré au nombre des carrés de l'autre côté, $9 + 16 = 25$, on trouvera ce nombre égal à celui des carrés de l'hypothénuse.

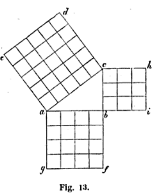


Fig. 13.

Cette proposition est également vraie en se servant d'autres proportions. Si par exemple l'hypothénuse a 10 parties de longueur, les côtés mesureront six et huit de ces parties ; car si $10 \times 10 = 100$, $6 \times 6 + 8 \times 8 = 36 + 64 = 100$.

Mais nous allons encore en donner un autre exemple. Que

l'hypothénuse ait 36^m 30 de longueur, le petit côté aura 21^m 78 et l'autre plus grand côté 29^m 04.

Car 36^m 30 divisés par 5 font 7^m 26 lesquels 7^m 26 multipliés par 3 pour le petit côté vertical sont 21^m 78, et multipliés par 4 pour le troisième côté sont 29,04.

Or 36^m 30 multipliés par 36^m 30 pour faire le superficie du carré de l'hypothénuse font 1317^m 6900; nombre égal à celui qu'on trouve en additionnant les deux surfaces produites par le carré de chacun des deux autres côtes; — car 21^m 78 multipliés par 21^m 78 donnent 474,3684, et 29,04 multipliés par 29,04 donnent 843,3216

474,3684
843,3216

donnent en effet, 1317,6900

chiffre déjà trouvé comme superficie de l'hypothénuse.

Il s'en suit que si un ouvrier quelconque a besoin de construire un angle droit au moyen de trois planches ou lattes, il n'a qu'à en couper une de 0^m 60 de longueur, une autre de 0^m80 et enfin une de 1^m 00 pour l'hypothénuse. On voit donc par ce que nous venons de dire quelle est l'utilité de la proposition de Pythagore dans la pratique de la construction.

Tout rectangle peut être divisé en deux triangles rectangles dont les superficies sont identiquement les mêmes. Or si la superficie d'un rectangle peut se trouver en multipliant sa base par sa hauteur, on peut trouver celle d'un triangle rectangle en multipliant sa base par sa hauteur et en prenant la moitié du produit.

(*Fig.* 14). Si la superficie du carré *abcd* est égale à *ab* multiplié par *bc* (ou disons en chiffres *ab* représente 10 mètres et *bc* également 10 mètres) cette superficie sera la base multipliée par la hauteur (ou 100). Mais la diagonale *ac* divise le rectangle en deux triangles équivalents, *abc*, *adc*, il faut par conséquent que la superficie ou l'aire du triangle *abc* soit égale à *ab* multiplié par *bc* et

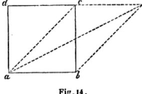


Fig. 14.

divisé par 2 (10 × 10 = 100 divisé par 2 = 50), et que *ad* multiplié par *dc* et divisé par 2 soit égal au triangle précédent.

Si nous admettons que *ab* a 3^m 56, *bc* 2^m 60, la superficie de *abcd* sera de 9^m 2560 (3^m 56 × 2^m 60 = 9^m 2560), et celle des deux triangles *abc*, *adc*, de 4^m 6280, ou moitié de 9^m 2560.

La surface d'un triangle est donc toujours la moitié de la surface d'un rectangle qui a même base et même hauteur.

Cette proposition est absolument vraie; on peut donc elever sur la base d'un triangle quelconque, un rectangle qui aura pour superficie juste le double de celle du triangle.

La géométrie prouve que le triangle *abc* est équivalent au triangle *adc*, que leurs superficies sont identiquement les mêmes, parce que leur hauteur *bc* et leur base *ab* sont égales. Mais si *adc* est la moitié de *abcd*, *abc* est également la moitié de *abcd*, et la superficie du triangle *abc* est *ab* multiplié par *bc* et divisé par 2.

Donc des triangles qui ont une même base et une même hauteur perpendiculaire ont aussi leurs superficies égales.

On prouve en géométrie que la superficie du triangle *abe*, est égale à celle du triangle *abc*, parce que la base *ab* est commune aux deux polygones et que la hauteur *bc* est la même pour les deux figures.

Toute figure ou polygone dont les côtés sont formés de lignes droites, peut se décomposer en triangles; en mesurant et calculant la superficie de ces triangles, on peut donc se rendre compte de la superficie entière du polygone.

Nous avons sous les yeux (*fig.* 15) une figure de six côtés, *ab*, *bc*, *cd*, *de*, *ef*, et *fa*. Nous divisons cette figure en 4 triangles, 1, 2, 3, 4. Du sommet de chacun de ces 4 triangles, nous tirons les lignes ponctuées *by*, *cs*, *uf*, *te*, hauteurs de ces triangles. Multipliez la hauteur *by* du triangle n° 1 par sa base *ac*, prenez la moitié du produit qui sera la superficie du triangle n° 1 ou du triangle *abc*. Faites en autant pour les trois autres triangles, additionnez ensuite les résultats de vos calculs et le total sera la superficie de la figure *abcdef*.

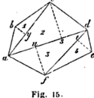


Fig. 15.

Il y a encore une autre manière de calculer la surface d'un

triangle. C'est de multiplier sa base par la moitié de sa hauteur (*fig.* 16). Si sa base *ab* a, par exemple, 6^m 30 et sa hauteur *dc* 5^m 36, multipliez 630 par 268 (moitié de 5^m 36). C'est comme si vous vous rendiez compte de la superficie d'un rectangle de 6^m 30 de longueur sur 5^m 36 de hauteur, dont la superficie sera de 33^m 7680, et que vous prissiez ensuite la moitié de ce dernier produit, qui est égale à 16^m 8840; or 630 multipliés par 268 produisent aussi 16^m 8840.

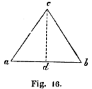


Fig. 16.

Quand il s'agit de mesurer la superficie d'un polygone régulier, il suffit d'additionner les longueurs des côtés, de multiplier la somme par la longueur de la perpendiculaire tirée du centre sur un des côtés et d'en diviser le produit par 2 ; on aura la superficie du polygone.

Supposons (*fig.* 17) un hexagone ou figure à six côtés égaux, dont chaque côté aurait 3 mètres ; les six faces nous représenteront 18 mètres. La perpendiculaire *oy* aurait 2^m 60 ; 18 multipliés par 2^m60 produisent 46^m80, dont la moitié est 23^m 40.

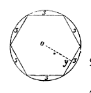


Fig. 17.

L'aire ou la superficie du cercle est égale au produit de sa circonférence par la moitié du rayon, par la raison qu'on peut regarder le cercle comme formé d'un nombre infini de triangles. Qu'on se figure le cercle équivalant à un triangle dont la hauteur serait le demi-diamètre ou rayon du cercle et dont la base serait aussi longue que la circonférence du même cercle.

Si l'on pouvait réellement construire un tel triangle, on pourrait aussi réellement mesurer géométriquement le cercle, et il ne s'agirait que de trouver une ligne droite égale à la circonférence. Mais on n'a pu trouver jusqu'à présent le rapport exact de la circonférence au rayon ou au diamètre ; on n'a pu déterminer ce rapport que d'une manière approximative, et cette manière suffit pour les calculs nécessaires dans la construction

Si l'on suppose un diamètre de cercle de un mètre de longueur, la circonférence de ce cercle sera de 3 mètres $\frac{1}{7}$ à 3 mètres $\frac{10}{71}$, ou le vrai rapport sera entre 7 à 22 et 71 à 223.

car $3\frac{1}{7}$ sont égaux à $\frac{22}{7}$, et $\frac{10}{71}$ sont égaux à $\frac{223}{71}$. Mais le premier rapport donne trop de longueur à la circonférence et le second lui en donne trop peu.

Il est donc d'usage de se servir du rapport de 7 à 22, parce que ces nombres sont facilement retenus dans la mémoire. Le rapport le plus exact est à la vérité 1 à $3\frac{141}{1000}$, ou plus exact encore 1 à $3\frac{141592}{1000000}$, et c'est ce dernier qui est adopté pour tous les calculs mathématiques.

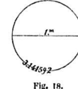


Fig. 18.

Ce nombre $3\frac{141592}{1000000}$ est égal à 3,141592 fraction décimale. Si le diamètre est supposé avoir un mètre de longueur, la circonférence (1) aura 3 mètres 14 centimètres de développement.

Si par conséquent il est donné le diamètre d'un cercle, la circonférence désignée, par exemple, par c sera $c = d$ (le diamètre) $\times \pi$ (multiplié par la circonférence) parce que $d : c :: 1 : \pi$, ou encore parce que le diamètre se rapporte à la circonférence comme 1 à π. C'est pour cette raison qu'un produit du diamètre multiplié par le nombre π donne la circonférence. Par exemple si le diamètre a 5 mètres de longueur, la circonférence c sera égale à 5 multipliés par 3^{m} 1415... ou 15^{m} 7075, ou 15 mètres 70 centimètres 75 dix-millièmes.

Et réciproquement, selon une proportion semblable, on peut trouver par une circonférence donnée son diamètre. On aura le rapport suivant, $d : c :: 1 : \pi$, c'est-à-dire le diamètre (d) est à la circonférence (c) comme 1 est à π, d'où il suit qu'on aura $d = \frac{c}{\pi}$. La circonférence divisée par le nombre π donne donc le diamètre.

Si la circonférence était égale à 21, le diamètre serait égal à 21 divisés par 3,141, c'est-à-dire 6,68..., et ainsi de suite, si l'on veut employer un plus grand nombre de décimales.

Nous venons de voir que la circonférence du cercle est un produit tiré du diamètre multiplié par le nombre π; ce produit est d multiplié par π. Si maintenant on se représente la circonfé-

(1) Les 3,141592..., ou la circonférence, sont exprimés dans les mathématiques par la lettre grecque π.

rence du cercle comme base d'un triangle rectangle, dont la hauteur verticale est le rayon ou le demi-diamètre du cercle, ce demi-diamètre serait égal à $\frac{1}{2} d$, et alors la superficie de ce triangle serait la même que celle du cercle, c'est-à-dire le produit du rayon multiplié par la circonférence et divisé par 2.

Supposons un diamètre (de cercle) de 6 mètres de longueur. La superficie du cercle serait de 9 multipliés par 3,141 ou $28^m,269$, et cela parce que le diamètre de 6 mètres étant donné, on prend le rayon, c'est-à-dire la moitié du diamètre (3), qu'on multiplie par 3 pour refaire le carré du rayon (9) qu'on multiplie encore avec 3,141, ce qui donne $28^m,269$.

Pour mesurer le cube des corps, il faut un cube ou solide, pris pour unité de mesure. Si les lignes se mesurent par des lignes, des surfaces au moyen de surfaces, il faut pour mesurer les corps une mesure formée comme eux.

Pour mesurer les corps, on se sert du corps le plus simple qui est le cube, solide formé par six carrés égaux, comme nous l'avons déjà dit. Le cube est semblable aux dés avec lesquels on joue. Le cube est en tous pays l'unité fondamentale, la mesure normale pour mesurer les solides, soit maçonnerie, soit charpente, etc. Et c'est même de cette unité renfermant les trois dimensions de l'étendue, longueur, largeur, hauteur, qu'est venu le verbe *cuber*, c'est-à-dire mesurer et réduire à un cube donné, ou adopté, un autre solide quelconque.

L'espace creux ou vide d'un parallélipipède, d'un cube (à six faces), peut être rempli, comblé par de plus petits cubes, lorsqu'on dispose ces cubes les uns à côté des autres, les uns au-dessus des autres, c'est-à-dire en rangées horizontales et en piles verticales. Les petits cubes combleront parfaitement le vide du grand corps si leur volume est une partie exacte de ce dernier. Admettons, par exemple, que les côtés du grand cube aient un mètre de largeur, sa base contiendra 10,000 centimètres (la profondeur de 1 mètre, ou 100 centim., multipliée par la longueur de 1 mètre ou 100 centim.). Or si chacun des petits cubes a pour base 1 centimètre carré, il est clair que pour couvrir la base du grand cube, il en faudra 10,000 des petits. Ces petits cubes forment un lit ou une assise dans le grand cube, de la

hauteur exacte de 1 centimètre, et il est bien clair qu'il faut 100 lits, ou assises semblables, posés les uns au-dessus des autres pour remplir entièrement le vide du grand cube. Dans ce but il faut 100 fois 10,000 petits cubes pour combler ou occuper entièrement l'espace vide du grand cube.

Le grand cube dont chaque face contient exactement 10,000 centimètres carrés ou superficiels est nommé, à cause de cette contenance, *un mètre cube;* le petit cube au moyen duquel on a mesuré le plus grand est nommé *centimètre cube :* car les côtés de ces petits cubes ont exactement 1 centimètre carré. Il y a donc dans un mètre cube 1,000,000 de centimètres cubes.

Il s'en suit encore que le cube d'un dé, ou corps à six faces égales, est le produit de sa base et de sa hauteur (base 100 multipliés par 100 multipliés par 100, ce qui fait 1,000,000), ou, en expression mathématique, $100 \times 100 \times 100 = 1,000,000$.

On peut donc mesurer le cube d'un corps ou solide parallélipipédique en multipliant la longueur par la largeur et le résultat par la hauteur. Si un corps a 20 mètres de longueur, 18 mètres de largeur et 16 mètres d'élévation, il aura 5760^{m} cubes; $20 \times 18 \times 16 = 5760$; ou le carré de sa base multiplié par sa hauteur.

C'est par la même règle qu'on trouve le volume cubique d'un prisme, d'un cylindre, etc.; on calcule le carré ou superficie de la base qu'on multiplie ensuite par la hauteur.

Mais il n'en est point de même de la mesure cubique du cône et de la pyramide.

On peut, au moyen d'un tracé graphique, diviser un prisme triangulaire en trois pyramides, équivalentes entre elles en volume cubique, mais qui réunies équivalent au cube du prisme entier. Donc toute pyramide triangulaire est le tiers du prisme triangulaire de même base et de même hauteur.

De là on déduit la règle suivante pour le calcul du cube d'une pyramide : multipliez la base par la hauteur et divisez en le produit par 3. Cette règle s'applique à toutes les pyramides. Soit donnée une pyramide rectangulaire dont la base a 12 mètres carrés ou superficiels et de 6 mètres de hauteur; pour sa-

voir son cube il faut multiplier 12 par 6 et diviser le produit par 3. — 12 fois 6 font 72 et 72 divisés par 3 font 24; cette pyramide aura donc 24 mètres cubes. On peut dire aussi que toute pyramide a pour mesure le tiers du produit de sa base par sa hauteur. Le tiers de 12 est quatre, multipliés par six, produit également 24.

La solidité d'un cône est égale au produit de sa base par le tiers de sa hauteur. Supposons que le cercle qui forme la base du cône ait 10 mètres de diamètre. Pour trouver la superficie de ce cercle, il faut multiplier le quart du diamètre ou moitié du rayon (le quart est 2^m 50, la moitié du rayon est également 2^m 50) par la circonférence (31,41), ce qui produit 78^m,525 carrés. Supposons que le cône ait six mètres de hauteur; le tiers de 6 est 2. Or 78,525 multipliés par 2 font 157,05 mètres cubes (ou 157 mètres 5 centimètres cubes).

Mais on peut encore procéder d'une autre manière. Multipliez la superficie de la base (78,525) par 6, ce qui fera 471,15, et divisez par 3, cela fera également 157^m05.

On peut tronquer par une section horizontale un cône ou une pyramide quelconques, ce qui donne naissance aux cônes et aux pyramides tronqués, comme on les nomme. On se rend compte du cube du cône tronqué et de la pyramide tronquée, en calculant d'abord ces deux corps comme s'ils n'étaient point tronqués, et l'on en déduit ensuite la partie qu'on en supprime. Si B est la base d'un cône (*fig.* 19), et *s* la face de section, si *a* est la hauteur de la partie à tronquer et *h* enfin la hauteur de la pyramide entière, on aura $\frac{B \times h}{3}$ moins $\frac{s \times a}{3} = (B \times h - s \times a)$ soit $\frac{1}{3}$ du cube de la partie tronquée restante.

Fig. 19.

Prenons le cône de 157 mètres 5 centimètres, cité plus haut; 10 mètres sont le diamètre de la base B. La hauteur *h* est de 6 mètres, 3^m 33 (1/3 de 10) est le diamètre de la face de section *s*, et 2 mètres enfin la hauteur *a*.

On aura pour la superficie de la base, comme nous l'avons vu plus haut 78,525, qu'il faut multiplier par un tiers de 6 (la hauteur), soit 2, ce qui fait 157,05 pour le cône entier. — Mais comme

de ce nombre total il faut soustraire la partie tronquée et pour cela, faisant la même opération, déduire la face de la section *s* (d'un diamètre 3m333 multipliés par 3,1415), soit 10,4706195, lesquels multipliés encore par le quart du diamètre (1/4 de 3m333) soit 8333 produisent 8,72516722935, nombre qu'il faut encore multiplier pour avoir le cube par un tiers de sa hauteur, qui est de 2 mètres soit 0,666, ce qui produit enfin 5,81.

Donc si de 157,05 nous retranchons 5,81 nous trouverons pour le cône tronqué 151, 24.

On procède de la même manière pour connaître le cube d'une pyramide tronquée.

Mais cette opération, pour arriver à la connaissance du cube d'une pyramide ou d'un cône tronqués, n'est pas toujours praticable dans la réalité; elle rencontre souvent de grands obstacles, puisqu'il faut se figurer dans le vide les sommets de la pyramide et du cône. On ne peut donc que mesurer exactement le corps tronqué, représenter ce corps avec ses mesures sur le papier, prolonger les lignes qui manquent et qui donneront la hauteur de la partie tronquée, et alors seulement on peut procéder à l'opération de calculs indiquée précédemment. On peut toutefois calculer le cube du cône ou de la pyramide tronqués sans connaître la grandeur de la portion retranchée ni celle du corps ou solide entier.

La forme de la pyramide et du cône tronqués est plus fréquente dans l'usage pratique qu'on ne le pense. Elle s'applique à des mesures de liquides, à des matières en poudre, etc., dont le diamètre de l'orifice est moindre que le diamètre de la base. Mais si la base de ces mesures forme un ovale, le calcul de leur contenance n'est plus du ressort de la géométrie élémentaire. Des tas circulaires de sable, de terre, de cailloux, des tas de grains, de graines, etc., rentrent dans la forme des pyramides et des cônes tronqués. Pour calculer le cube des premiers, la superficie sur une hauteur donnée des derniers pour l'établissement de granges, magasins, etc., il faut absolument savoir se rendre compte du cube de ces corps, soit tronqués ou non.

Nous allons indiquer enfin une troisième manière vulgaire de mesurer le cube d'un cône tronqué sans entrer dans les

complications précédentes de calcul. Prenez la base du cône tronqué, et multipliez sa superficie par sa hauteur. Si la base a 10 mètres de diamètre, sa superficie aura $78^{m}5250$. Multipliez ce nombre par la hauteur du cône tronqué, soit 4 ; ce qui fera 314,100, qu'il faudra diviser par 2, ce qui produira $157^{m}05$. Maintenant il s'agit d'en déduire le petit cône. Admettons que sa face de section ou sa base ait $3^{m}33$ de diamètre, elle aurait alors $8^{m}725$ de superficie; multipliez ce nombre par 4, hauteur du grand cône tronqué ce qui fera $34^{m}900$, qu'il faudra diviser par 2, ce qui produira $17^{m}45$. Divisez encore ce nombre par 3, et vous aurez $5^{m}81$, cube du petit cône qu'il faudra soustraire du cube du grand cône : $157^{m}05 - 5^{m}81 = 151^{m}24$.

Il y a encore une autre manière de mesurer un cône tronqué.

Prenez le tiers de la circonférence du cercle de la base (un tiers de 31,4159), multipliez ce tiers (10,4719) par la hauteur du tronc de cône (4^{m}), soit 4,18876.

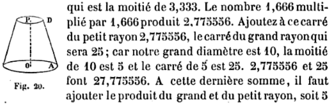


Fig. 20.

Ensuite calculez le carré du petit rayon PD. Ce rayon a 1,666, qui est la moitié de 3,333. Le nombre 1,666 multiplié par 1,666 produit 2,775556. Ajoutez à ce carré du petit rayon 2,775556, le carré du grand rayon qui sera 25 ; car notre grand diamètre est 10, la moitié de 10 est 5 et le carré de 5 est 25. 2,775556 et 25 font 27,775556. A cette dernière somme, il faut ajouter le produit du grand et du petit rayon, soit 5 à 3,33, ce qui fait 8,33. 27,775556 et 8,33 font 36,105556.

Ces 36,105556 doivent être multipliés par la somme trouvée plus haut, soit 4,18876. Ce qui produit $151^{m}23$.

Voici la formule de cette méthode de calcul :

Le tiers de la circonférence du cercle de la base multiplié par la hauteur : dont le produit sera multiplié par le carré du grand rayon, ajouté au carré du petit rayon ajouté à la longueur linéaire de 1° du grand rayon, 2° du petit rayon ; ou 1/3 de la périphérie du grand cercle, multiplié par la hauteur OP, dont le produit sera multiplié

Par le produit du carré du grand rayon OA ajouté au carré du petit rayon PD plus la longueur linéaire OA, PD, ou enfin $\frac{1}{3}\pi \times OP \times (\overline{OA}^2 + \overline{PD}^2 + AO \times DP)$ ou $\overline{PD}^2 + \overline{OA}^2 + AO \times DP \times OP \times \frac{1}{3}\pi$.

$$
\begin{array}{rl}
PD^2 = & 2,7555 \\
OA^2 = & 25 \\
AO \times DP & \underline{8,33} \\
& 36,0855 \times \frac{1}{3}\pi = 1,04719 \times OP \text{ ou } 4 = 4,18876
\end{array}
$$

ce qui fait 151^{m} 23.

On calcule aussi dans la stéréométrie les surfaces des solides ou corps. Les surfaces des cubes ou dés, des parallélipipèdes et en général des prismes, sont faciles à trouver. Les prismes et les parallélipipèdes ont pour leurs bases des polygones, comme triangles, quadrilatères, pentagones, hexagones, etc.; leurs côtés sont des parallélogrammes, dont la superficie est le produit du côté de la figure ou polygone de base multiplié avec la hauteur du solide. Autant il y a de côtés dans le polygone de base, autant de parallélogrammes forment les surfaces du solide ou polyèdre. Voilà aussi pourquoi la superficie des côtés réunis d'un prisme rectangulaire au parallélipipède, est le produit du périmètre ou contour du polygone de base multiplié par la hauteur du solide.

On trouve donc la surface d'un cylindre en multipliant sa circonférence avec sa hauteur; le produit est la superficie ou surface demandée. Elle est un parallélogramme aussi long que la circonférence ou périphérie, dont la hauteur est égale à celle du cylindre.

La surface convexe d'un cône est égale à la circonférence de sa base multipliée par la moitié de son côté. Cette surface représente un secteur du cercle, ou partie de cercle comprise entre un arc et deux rayons, menés aux extrémités de cet arc.

Supposons un cône dont la base a 10 mètres de diamètre et qui a 6 mètres de hauteur. Nous aurons $10 \times 3,1415 = 31,415 \times 6 = 188,490$ divisés par $2 = 94^{m}24$, surface demandée.

La surface latérale d'un tronc de cône est égale à son côté multiplié par la demi-somme des circonférences de ses bases.

Soit un cône tronqué ayant à sa base un cercle de 10 mètres de diamètre, et ayant pour sa face supérieure un cercle de 3^{m}33 de diamètre et 4^{m} de hauteur. La circonférence de la base sera 3,14159 multiplié par 10, ce qui fait 31,4159 dont la moitié est 15,7079. La circonférence du cercle supérieur

est $3^{m}33$ multipliés par 3,14159, ce qui fait 10,4614947 dont la moitié est 5,230747, qui additionnés à 15,7079 produisent 20,938647, qu'il faut multiplier par 4, ce qui fait $83^{m}754588$, qui est la surface demandée.

Pour calculer le volume de la sphère, il est nécessaire de connaître auparavant sa surface.

La surface ou superficie de la sphère est égale à quatre fois la superficie du cercle né d'une section faite au point de centre de la sphère, ou bien cette surface équivaut à celle d'un cercle qui aurait pour rayon le diamètre de cette sphère.

Supposons une sphère ou boule d'un diamètre de 100 mètres. Il faut multiplier ces 100 mètres par 100 pour avoir le carré du diamètre, soit 10,000, qu'il faut multiplier par 3,14159, circonférence du grand cercle, ce qui fait 31415, qui est la superficie demandée.

Quand on connaît la superficie de la sphère, il est facile d'en calculer le volume. Qu'on se représente la sphère comme un polygone régulier formé d'une infinité de côtés; qu'on se représente encore la superficie de la sphère divisée en surfaces planes rectilignes, surfaces qui seraient les bases d'une infinité de pyramides, dont les sommets se réunissent tous ensemble au point de centre de la sphère : alors le volume de toutes ces pyramides réunies sera le volume de la sphère. La hauteur de ces pyramides est le rayon de la boule.

Si, d'après ce que nous venons de dire, on a trouvé le volume d'une des pyramides en multipliant la superficie de sa base par le tiers de sa hauteur, on aura le volume de la sphère si l'on multiplie sa superficie (c'est-à-dire la somme des surfaces de base d'une infinité de pyramides qui forment le volume de la sphère) avec le rayon de la sphère et en en divisant le produit par 3.

Supposons une sphère de 100 mètres de diamètre, multipliez-les par 100 pour en avoir le carré (10,000) et multipliez ce carré par 3,141 pour avoir la circonférence qui sera $31,410^{m}$, qu'il faut multiplier par 50 (moitié du diamètre), ce qui fera 1,570,500, qu'il faut diviser par 3, ce qui produit 523,500 mètres cubes, faisant le volume demandé.

Une des propriétés remarquables du cône, de la sphère et

du cylindre, lorsque ces trois corps n'ont pas seulement un diamètre commun, mais encore une hauteur égale, c'est que ces corps par rapport à leur volume, ou cube, sont entre eux comme 1 est à 2 est à 3; c'est-à-dire : qu'un cône dont le diamètre est égal à sa hauteur, qu'une sphère dont le diamètre est égal à la hauteur et au diamètre du cône, et un cylindre, dont le diamètre et la hauteur sont égaux à ceux du cône et de la sphère, ont entre eux le rapport qui existe entre 1, 2, 3.

Que le diamètre commun des trois solides soit 10. Le cube, ou volume du cône, sera :

25 × 3,141 × 10 divisé par 3 = 261,75. . . . . — 1
celui de la sphère 100 × 3,141 × 5 divisé par 3 = 523,5 deux fois 261,75 — 2
celui du cylindre 25 × 3,141 × 10. . . . . 785,25 trois fois 261,75 — 3

Trouver la superficie d'un triangle rectangle.

Multipliez la longueur de la base *ab* (*fig.* 21) avec la hauteur *ac* et divisez-en le produit par 2. Le résultat sera la superficie demandée. Soit la base *ab* de 25 mètres de longeur et la hauteur *ac* 23. 25 multipliés par 23 font 575, qui divisés par 2 donnent 287,50, la superficie demandée.

Fig. 21.

Trouver la superficie d'un triangle quelconque.

Soit un triangle *abc* (*fig.* 22). D'un angle quelconque du triangle *abc* abaissez une perpendiculaire sur le côté opposé de l'angle, soit *co* de notre figure. Multipliez la longueur de la base *ab* par la hauteur *oc* et prenez-en la moitié, qui sera la superficie demandée.

Fig. 22.

Soit la base *ab* de 18,50 de longueur, multipliez-la par la hauteur *oc* de 8,95, ce qui donnera 165^{m},5750, qui divisés par 2 donnent 82^{m},7875 qui est la superficie du triangle *abc*.

Trouver la superficie d'un carré.

Multipliez la base par la hauteur. Que *ab* (*fig.* 23) ait 25^{m} de longueur, *ad* en aura également 25 ; 25 fois 25 font 625. La longueur et la hauteur d'un mur étant données, on veut savoir la quantité de mortier de chaux qu'il faut pour crépir ce mur.

Fig. 23.

Ce mur a 10 mètres de longueur sur 12 de hauteur, sa superficie sera donc de 120 mètres. Si pour crépir 145 mètres il faut 0^{m}25 cubes de mortier de chaux, il en faudra 0^{m}20 cubes pour crépir 120 mètres superficiels.

Il s'agit de calculer $145 : 120 :: 25 : x$

$$x = \frac{120 \times 25}{145} = 0{,}20.$$

Trouver la superficie d'un parallélogramme.

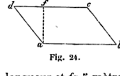


Fig. 24.

Soit *abcd* (*fig.* 24) ce parallélogramme. Tirez la perpendiculaire *fa*, de la ligne *cd* vers l'angle *a*, multipliez *ab* par *fa*, et le produit sera la superficie demandée. Supposons que *ab* ait 12 mètres de longueur et *fa* 5 mètres de hauteur, 5 fois 12 font 60, la superficie demandée.

Trouver la superficie d'un trapèze.

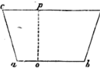


Fig. 25.

Multipliez la hauteur du trapèze par la demi-somme des bases parallèles. Que la hauteur *po* (*fig.* 25) soit 8 mètres, la base *ab* 8 mètres et la ligne *cd* 10 mètres ; on dira 8 et 10 font 18, dont la moitié est 9, qui multipliés avec la hauteur 8 font 72 mètres.

Construire un rectangle d'une superficie voulue et dont un côté est donné.

Ce rectangle doit avoir une superficie de 32 mètres et un de ses côtés aura 8 mètres. Qu'on se figure savoir déjà la hauteur cherchée d'un rectangle, et nommons-la x. La superficie du rectangle à construire sera $r = 8 \times x$, d'où il suit que x est égal à $\frac{r}{8}$; mais comme r est égal à 32, x sera égal à $\frac{32}{8}$ ou 4. La hauteur du rectangle sera donc de 4 mètres.

Trouver la superficie d'un secteur.

Le secteur est la partie du cercle comprise entre un arc et deux rayons *ca*, *cb*, menés aux extrémités de cet arc (*fig.* 26). L'aire ou la superficie du secteur est égale à la longueur de son arc multipliée par la moitié du rayon. Supposons que l'angle *c* a 90 degrés, en d'autres termes qu'il est un angle droit, par conséquent il donnera à l'arc *ab* le quart de la circonférence. Si nous supposons ensuite que les deux rayons *ca*, *cb* ont 5 mètres de longueur chacun, en les doublant nous aurons pour diamètre du cercle 10 mètres, qui multipliés par 3,141592 donnent 31,14159, dont le quart est 7,8539. L'arc a donc $7^{m},8539$ de longueur, qui multipliés par la moitié du rayon, ou $2^{m}50$, donnent $19^{m},634750$ de superficie.

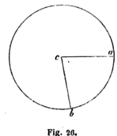


Fig. 26.

Autre exemple. Si l'arc a $6^{m}50$ et le rayon $7^{m}26$, on aura à multiplier $6^{m}50$ par la moitié du rayon ou $3^{m}63$, produit $23^{m},5950$.

Il est donc facile de mesurer la superficie d'un arc elliptique, en calculant les divers secteurs dont il est formé. Supposons qu'on a un arc *abfg* (*fig.* 27), qui

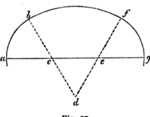


Fig. 27.

avec la ligne de base *ag* forme la superficie *abfga*. On veut calculer la surface de cette figure, construite par une ligne droite et ayant un arc, formé de trois portions de cercle. On calculera d'abord la superficie du secteur *acb* : on y ajoutera la superficie du secteur *egf*, car ces deux secteurs sont égaux. On calculera la superficie du secteur *dbf*, dont il faudra soustraire la superficie du triangle *dce;* ce qui restera sera additionné à la superficie des deux secteurs *abc*, *egf*, et le produit sera la superficie de la figure *abfga*.

Supposons, par exemple, que le rayon *ac* ait 2^m50 de longueur, l'arc *ab* 2^m55, la superficie du secteur *acb* sera $3^m,1875$; le secteur *efg* a également $3^m,1875$, et les deux ensemble $6^m,3750$. Le rayon du grand secteur *dbf* a 4^m80, l'arc *bf* a 5^m00; sa superficie sera de 12 mètres, dont il faut retrancher la superficie du triangle *dce*, qui est équilatéral : sa superficie sera de (2^m50, un de ses côtés, multiplié avec la moitié de sa hauteur, qui est de 2^m12 supposons) 2^m65 qu'il faut ôter de la superficie entière du secteur *dbf*, qui est 12^m. Il restera 9^m35, qui ajoutés aux 6^m3750 trouvés plus haut produiront $15^m,725$, ou la superficie demandée de la figure *agfb*.

Comme il est d'usage de tracer les voûtes et les arcs de grandeur naturelle sur une superficie plane quelconque, tracé qu'on nomme vulgairement une *épure*, c'est sur cette épure qu'on peut prendre, d'une manière exacte, les dimensions des voûtes et des arcs, pour en calculer la superficie ou le cube. On doit faire cette opération conjointement avec l'entrepreneur, et les calculs faits lui en laisser un double, lui faire signer une copie, qu'on garde afin de vérifier les appréciations faites par lui plus tard dans le mémoire qu'il présentera.

Cette manière de procéder abrégera le métré et la vérification des mémoires.

Trouver la superficie ou aire d'un segment de cercle.

Calculez d'abord la superficie du secteur, et retranchez-en l'aire du triangle construit sur la corde du segment. Soit à chercher la surface du segment *aebd* (*fig.* 28). Trouvez d'abord celle du secteur *aebc*, ôtez-en la superficie du triangle *acb*, et ce qui

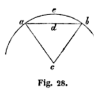


Fig. 28.

reste sera la superficie du segment *aebd*.

Il faut savoir calculer la superficie d'un segment, car dans la construction le segment couronne fréquemment les portes et les fenêtres et encore d'autres parties du bâtiment.

Trouver la superficie d'un toit conique.

Un toit conique peut être regardé comme étant un cône. Le développement de la superficie d'un cône produit un secteur : nous avons indiqué la manière de trouver sa superficie. La surface latérale d'un cône ou d'un toit conique est égale à la circonférence de sa base multipliée par la moitié de son côté. Soit la circonférence de la base d'un cône 8 mètres, la hauteur de son côté oblique 10, il faut multiplier les 8 mètres par 5, et 40 mètres formeront la superficie demandée.

On trouve de la même manière la superficie d'un toit pyramidal ou à pans triangulaires. On calcule d'abord la superficie d'un des triangles qui le composent, qu'on multiplie ensuite par autant de côtés qu'il y en a dans la pyramide.

Trouver le volume ou le cube d'un parallélipipède.

Mesurez la longueur et la largeur de sa base, que vous multiplierez l'un par l'autre. Vous aurez alors la superficie de sa base, qu'il faut multiplier par sa hauteur. Le produit sera le volume ou cube du parallélipipède.

Soit un parallélipipède de 3 mètres de longueur et 4 mètres de largeur : la superficie de sa base sera de 12 mètres. Maintenant qu'il ait 6 mètres d'élévation; multipliez 12 mètres par 6, et 72 mètres sera son volume ou cube.

Trouver en mètres cubes le volume d'un mur donné pour connaître la quantité de briques qui doivent y entrer.

Supposons un mur de $5^{m}50$ de longueur sur $4^{m}75$ de hauteur et de deux briques ou $0^{m}22$ d'épaisseur : on aura pour le

cube 5^m50 multipliés par 4^m75 multipliés par 0^m22, ce qui produit 5^m747 cubes. La brique aura, supposons, 0^m22 de longueur sur 0^m10 de largeur et 5 d'épaisseur. Calculez d'abord le cube d'une brique et voyez ensuite combien de fois ce cube est contenu dans le cube trouvé du mur. $22 \times 10 = 220 \times 5 = 11$ centimètres cubes. Ces 11 centim. sont contenus 5,224 fois dans 5^m747 cubes.

Quand on a le cube d'un mur (en mètres) il est inutile d'indiquer combien de mètres cubes de moellons il faut pour l'élever. Le volume de moellon est identique au cube du mur donné.

Trouver le volume ou cube d'un prisme triangulaire.

Supposons que ce prisme soit le comble d'une maison comble à deux rampants et terminé aux extrémités par deux pignons verticaux. Les pignons ont 8 mètres de hauteur verticale, leur base a 10 mètres de largeur et la longueur du comble est de 20 mètres. Calculez d'abord la superficie d'un pignon, c'est-à-dire multipliez sa base par la moitié de sa hauteur : 10×4 ce qui produit 40, qu'il faut multiplier par la longueur, 20, ce qui donnera 800 mètres; ou bien multipliez la hauteur par la largeur et le produit par la longueur ; vous aurez $8 \times 10 = 80 \times 20 = 1{,}600$, dont il faut prendre la moitié, qui est de 800.

Les mesures d'un magasin à grain étant données, trouver la quantité de blé qu'il peut contenir.

Le plan du magasin forme un rectangle de 20 mètres de longueur sur 8^m50 de largeur, la hauteur des murs est de 6 mètres et enfin la hauteur des pignons est de 3 mètres. Dans le magasin se trouve une aire à battre le grain qui a 2^m50 de largeur et autant de longueur et 3 mètres de hauteur, qu'il faudra défalquer du cube total.

Multipliez d'abord la largeur par la longueur, $8^m50 \times 20^m$, ce qui produit 170^m00, qu'il faut multiplier par la hauteur de 6 mètres. Vous aurez 1020 mètres, dont il faut déduire le cube

occupé par l'aire à battre. Pour calculer ce cube, multipliez 2^m50 par 2^m50 et le produit par 3 mètres, ce qui vous donnera 18^m75 à déduire de 1,020, reste $1,001^m25$.

Maintenant nous avons à mesurer le cube du comble, 8^m50 de largeur par la moitié de sa hauteur, 1^m50, ce qui produit 12^m75, qu'il faut multiplier avec 20 mètres, longueur du magasin; on aura 255 mètres cubes, qui ajoutés à $1,001^m25$, trouvés pour la partie parallélipipédique du bas, feront $1,256^m25$.

Nous savons que mille litres sont contenus dans un mètre cube. Le magasin en question pourra donc contenir 125 hectolitres 62 de grain battu.

Si l'on voulait se rendre compte combien de bottes de foin ou de paille le magasin pourrait contenir, il faut mesurer le cube d'une botte et voir combien de fois ce cube est contenu dans le cube du magasin.

Une quantité de bottes non battues de grain étant donnée, trouver le cube qu'il faut pour la placer.

Six mille bottes de blé, dont une moitié à battre avant l'hiver et l'autre au printemps, doivent être conservées dans une grange à élever. La largeur du bâtiment n'est que de 10 mètres et ne peut être étendue : sa longueur est arbitraire. La grange doit contenir en outre une aire à battre de 10 mètres de longueur sur 5 de largeur.

Calculez d'abord le cube des bottes ou gerbes à conserver et ajoutez-y le cube de l'aire demandée.

Supposons que 1,500 gerbes d'hiver produisent un cube de $16 \times 120 = 1,920$ mètres et 1,500 gerbes de printemps $16 \times 100 = 1,6\ 00$ mètres cubes. Si l'on veut donner 5 mètres d'élévation aux murs de la grange à bâtir, le cube qu'absorbera l'aire sera de $10^m \times 5 \times 5 = 250$ mètres. Pour résoudre le problème donné, la grange de 10 mètres de largeur aux murs de 5 mètres de hauteur devra avoir un cube de 3,770 mètres. La provision d'hiver absorbe 1,920 mètres, celle du printemps 1,600 et l'aire 250 mètres; donc un espace de $1,920 + 1,600 + 250 = 3,770^m$.

Supposons maintenant que le bâtiment doit être couvert d'un

toit à deux rampants et à pignons, admettons que le cube de ce comble soit la moitié du cube de la totalité de la grange; le cube du toit ou comble sera 1/3 du cube total $\frac{3770}{3} = 1256,66$, et le cube du corps de la grange sera de $2513^{m}\ 34$ cubes.

Nous exprimerons la longueur encore inconnue du bâtiment par x; mais nous admettons un moment qu'elle est connue; la largeur est égale à 10. Le produit de la base (10^{m} multipliés par x) multiplié par la hauteur (5 mètres) sera le cube demandé. 10 multipliés par x multiplié par 5 produisent $50 \times x$, ce qui est égal au cube de la partie parallélipipédique de la grange. De là on a : x est égal à a divisé par 50, et qui est égal à $\frac{2513^{m}33}{50}$ et produit $50^{m}\ 26$. La longueur de la grange sera donc de $50^{m}\ 26$.

Si la longueur et la largeur du comble prismatique sont données par la longueur et la largeur de la grange parallélipipédique, on connaît également le cube du prisme triangulaire du toit. Pour trouver la hauteur du comble, que nous nommerons y, on dira 10 multipliés par y, divisé par 2 et multipliés par 5,026, ce qui fait 1256,66.

$$\left(\frac{1256,66}{2}\right),\ y = 628,33,$$

$$628,33 \times y = 1256,66,$$

et enfin $\frac{1256,66}{628,33} = 2^{m}\ 00$.

Une grange de 10 mètres de largeur, sur 5 mètres de hauteur, devant contenir un cube de $3,770^{m}$, devra avoir $50^{m}\ 26$ de longueur, avec pignons de 2 mètres d'élévation, ce qui était demandé.

Comme dans les calculs précédents, il n'a point été tenu compte des épaisseurs de murs, il faut considérer les dimensions données comme étant celles dans-œuvre de la grange.

Trouver les dimensions d'une grange destinée à conserver une quantité de grain donnée.

La grange doit offrir trois planchers ou aires, y compris le plancher du grenier; elle doit avoir 15 mètres de largeur et pouvoir conserver 550,000 hectolitres de blé. Combien faut-il que le bâtiment demandé ait de longueur?

On pourrait à la vérité considérer le blé comme des couches, comme des cônes ou des pyramides tronqués; mais ce calcul entraînerait à de trop longues opérations. Il est donc préférable de se rendre compte de la superficie inférieure et supérieure du cône ou de la pyramide, d'en prendre une moyenne proportionnelle, de la multiplier par la hauteur et d'arriver ainsi au volume du cône tronqué.

On sait que le volume d'un hectolitre est la dixième partie d'un mètre cube. Nous avons donc 550,000 hectolitres divisés par 10 $= 55{,}000$, ou 55,000 mètres cubes. Le grain étendu sur le plancher ne devra pas dépasser $0^{m}45$ d'épaisseur ou de hauteur. De là il s'en suit que la moyenne superficie géométrique formée par le blé sera $= 45 \times x = 55{,}000$: d'où l'on aura par conséquent $x = \frac{55000}{45}$ (ce qui produit 1,222); x est donc $= 1{,}222$. Mais si $x = 1{,}222$ mètres superficiels, la moyenne superficie du cône tronqué de chaque étage sera $= \frac{1{,}222}{3} = 407{,}33$. Nous avons dit que la largeur de la grange serait de 15 mètres, dont il faut déduire encore un mètre pour l'épaisseur des murs, et au pourtour intérieur de ces murs on demande un passage libre d'un mètre de largeur. Il faut donc déduire 2 mètres pour passages et un mètre pour l'épaisseur des deux murs, en tout 3 mètres. Il reste donc seulement 12 mètres pour étendre le grain. C'est cette mesure qui va donner la longueur de chaque couche de blé et la longueur totale du bâtiment demandé. Car $12 \times x = 407{,}33$, d'où il suit qu'on aura par inversion $\frac{40733}{12}$ $= 3{,}394$. Chaque étendue de grain de $12^{m}\,00$ de largeur sera donc de $33^{m}\,94$ en longueur, et la longueur totale du bâtiment,

y compris les passages et l'épaisseur des murs, sera de $33^{m}\,94 + 2^{m} + 1^{m}$, c'est-à-dire $36^{m} = 94$.

Mais la superficie inférieure du grain étendu est plus considérable que la moyenne, et, de plus, le grain en tombant forme un angle de 45 degrés; *ab* est la diagonale du carré *cbda* (*fig.* 29).

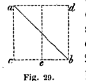


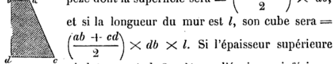
Fig. 29.

Comme *ca* a 45 centimètres de hauteur, *bc* sera égal à 45 divisé par 2, ce qui fera $0^{m}\,225$. La surface du cône tronqué admise, augmente de deux fois $33^{m}\,94$ multipliés par $0^{m}\,225$, ou $15^{m}\,273$ dans la longueur et de deux fois 12 multiplié par $0^{m}\,225$ ou $5^{m}\,400$ superficiels.

Il faut ajouter $15^{m}\,273$ plus $5^{m}\,400$ superficiels à la longueur du cône tronqué, parce qu'on ne doit pas se départir de la largeur donnée au bâtiment. Mais 12 multiplié par $x = 20^{m}\,673$, d'où on a $\frac{20673}{12} = 1^{m}\,72$.

$36^{m}\,94$ plus $1^{m}\,72 = 38^{m}\,66$, qui sera la longueur demandée.

Trouver le cube d'un mur plus large au pied qu'au sommet, ou mur en talus.

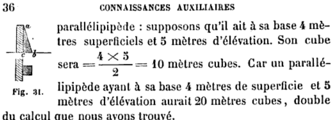


La fig. 30 est la coupe verticale du mur; elle forme un trapèze dont la superficie sera $= \left(\frac{ab + cd}{2}\right) \times db$, et si la longueur du mur est *l*, son cube sera $= \left(\frac{ab + cd}{2}\right) \times db \times l$. Si l'épaisseur supérieure *ab* du mur est de 2 mètres, l'épaisseur inférieure *cd* de 4 mètres et sa hauteur *db* de 10 mètres, et la longueur de 20 mètres, le cube de ce mur en talus $= \left(\frac{2+4}{2}\right) \times 10 \times 20 = \frac{60 \times 20}{2} = \frac{1200}{2} = 600$ mètres cubes.

Fig. 30.

Trouver le cube d'un contrefort.

Que le contrefort soit appuyé contre un mur vertical. On peut considérer le contrefort *abc* (*fig.* 31) comme étant la moitié d'un



parallélipipède : supposons qu'il ait à sa base 4 mètres superficiels et 5 mètres d'élévation. Son cube sera $= \frac{4 \times 5}{2} = 10$ mètres cubes. Car un parallélipipède ayant à sa base 4 mètres de superficie et 5 mètres d'élévation aurait 20 mètres cubes, double du calcul que nous avons trouvé.

Fig. 31.

Trouver le cube de terre enlevé d'un fossé.

La coupe verticale en travers du fossé forme un trapèze, *abcd*. (*fig.* 32) Le fond du fossé a 0,50 de largeur, le haut du vide 0,75, la profondeur verticale *ef*, 0,80 et la longueur du fossé est de 15 mètres; le cube de ce fossé sera $= \left(\frac{ab + cd}{2}\right)$ *ef* multiplié par la longueur ou $\left(\frac{0,50 + 0,75}{2}\right) 0,80 \times 15 = 7^{m}\ 50$ cubes. Si la main-d'œuvre est de 55 centimes par mètre, ce fossé coûtera à creuser 4 fr. 12 cent.

Fig. 32.

Trouver le cube d'un pilier ou poteau octogone.

La superficie horizontale de la base d'un corps octogone forme un polygone qui peut se décomposer en plusieurs triangles. La somme de la superficie de ces triangles multipliée par la hauteur du pilier au poteau donne le cube demandé. Ce corps est un prisme octogonal et son cube est le produit de sa base multipliée par sa hauteur.

Trouver le cube ou volume de la margelle d'un puits.



Fig. 33.

Mesurez d'abord avec un ruban métrique la circonférence (*fig.* 33) intérieure, puis la circonférence extérieure. Additionnez les deux résultats ensemble et prenez-en la moitié. Multipliez cette circonférence moyenne par l'épaisseur de

la margelle, et enfin le produit par sa hauteur. Ce dernier produit est le cube demandé.

Supposons la circonférence extérieure de 8^m 50, la circonférence intérieure de 6^m15. Ces deux mesures additionnées font 14^m65, dont la moitié est 7^m32. L'épaisseur de la margelle est de 35 centimètres et sa hauteur 92 centimètres. Nous aurons donc : $7^m32 \times 0^m35 \times 0^m92$.

$$\begin{array}{r} 7,32 \\ \underline{0,35} \\ 3\,660 \\ \underline{2\,196} \\ 25,620 \\ \underline{0,92} \\ 51\,240 \\ \underline{2\,30580} \\ 2,357040 \end{array}$$

Le volume ou cube demandé sera de 2^m35.

Il est aisé à comprendre que cette règle s'applique également au métré d'une tourelle circulaire quelle que soit son élévation.

Trouver le cube du bois en grume.

La forme du bois en grume est celle d'un cylindre ou d'un tronc de cône plus ou moins réguliers. On mesure la circonférence de l'arbre en deux ou trois endroits de la longueur, aux deux extrémités seulement par exemple, ou aux deux extrémités et au milieu, et on prend la moyenne. Cette moyenne donne la circonférence d'un cercle dont il faut multiplier la surface avec la longueur de l'arbre. Supposez que la circonférence d'une extrémité soit 1^m17 et celle de l'autre 69 centimètres. — $1^m17 + 0{,}69 = 1^m86$: la moyenne de 1^m 86 est 0^m93. De la circonférence on déduit la surface du cercle. Ici le tiers de la circonférence est 0^m31. Ces 31 centimètres sont le diamètre moyen de l'arbre en question. Nous savons que la superficie d'un cercle est égale au produit de sa circonférence

par la moitié du rayon. Nous avons ici pour rayon la moitié de 31 centimètres, soit 0^m155 (155 millimètres) avec lesquels il faut multiplier la circonférence trouvée, c'est-à-dire $0^m 93$, ce qui produit 0^m14415. C'est cette superficie du cercle qu'il faut multiplier par la longueur totale de l'arbre. Disons que cette longueur sera de 5^m40. Il faut donc multiplier 14415 millimètres par $5^m 40$.

$$\begin{array}{r} 14415 \\ 5{,}40 \\ \hline 576600 \\ 72075 \\ \hline 0{,}7784100 \end{array}$$

Le volume demandé est de 0 mètre cube 77 centimètres cubes ou 778 millimètres cubes. Maintenant si l'on mesurait aux deux extrémités et au milieu de l'arbre, il faudrait additionner les trois circonférences ensemble, prendre du produit le tiers, qui sera la circonférence moyenne; calculer ensuite avec cette circonférence le cercle qu'elle donne et multiplier la surface de ce cercle par la longueur de l'arbre.

Supposons que le gros bout de l'arbre donne une circonférence de $1^m 38$, le bout mince une de $0^m 96$ et vers le milieu une de $1^m 20$. Ces trois mesures font ensemble $3^m 54$ dont il faut prendre le tiers comme moyenne, soit $1^m 18$. La moitié de $1^m 18$ est $0^m 59$. Ces 59 centimètres seront le rayon dont la moitié multipliée par la circonférence ($1^m 18$) nous donnera la superficie du cercle, qu'il faudra multiplier par la longueur de l'arbre.

$$\begin{array}{r} 1{,}18 \\ 295 \\ \hline 590 \\ 1062 \\ 236 \\ \hline 34810 \end{array}$$

Ces $0^m 34810$ multipliés par la longueur de l'arbre, que nous supposons être de $4^m 85$, produisent $1^m 6882$ cubes, qui est le volume demandé.

Trouver la superficie d'un cercle donné.

Pour trouver cette superficie, prenez la longueur du rayon et calculez-en le carré, multipliez-en le produit par le nombre 3,141. Que le rayon ait $7^{m}50$ de longueur, multipliez-le par $7^{m}50$ pour en avoir le carré, qui est de 56,2500, que vous multipliez encore par 3,141 ; vous trouverez $176^{m}68125$.

Vous pouvez aussi multiplier la circonférence par la moitié du rayon. Si le diamètre est de 15^{m}, multipliez-le par 3,141. Vous aurez alors $47^{m}115$. Multipliez ces $47^{m}115$ par 3,75, moitié du rayon, et vous aurez également $176^{m}68125$.

Trouver la superficie d'un cercle, sa circonférence seule pouvant être connue.

Multipliez la circonférence par elle-même pour en avoir le carré, multipliez ce carré par $4 \times 3,141 \times 3,141$ divisé par $4 \times 9,865881 = 39,463524$, et multipliez ensuite le quotient par 3,141.

Que la circonférence donnée soit 1^{m}, on aura $\frac{1 \times 1 \times 3,141}{4 \times 3,141 \times 3,141}$ $= \frac{3141}{39,463524}$, ou 0,079 mètre. Si la circonférence est égale à 1, le diamètre sera égal à $\frac{1}{3,141}$ ou $0^{m}3183$, et le rayon 0,1591 et la surface du cercle, le carré du rayon multiplié par la circonférence ou le carré de 1591 (= 2531281) multiplié par 3,141, ce qui produit 0,0795..., ce qui correspond parfaitement au résultat précédent.

Le rapport d'une circonférence à son diamètre est toujours le même quelle que soit la circonférence que l'on considère ; ce rapport est un nombre constant.

Du calcul décimal.

Comme nous ne supposons pas que tous nos lecteurs soient parfaitement au courant du calcul décimal, nous allons nous

occuper un moment de l'essence ou de la nature ainsi que de l'emploi des fractions décimales.

Une fraction dont le dénominateur (nombre inférieur d'une fraction, qui marque de combien de parties l'entier est divisé; dans $\frac{2}{3}$, 3 est le dénominateur) est 10, 100, 1000, et en général toute fraction produit de plusieurs dixaines, est appelée fraction décimale. Si le numérateur (chiffre supérieur d'une fraction, comme dans $\frac{2}{3}$, 2 est le numérateur) de la fraction est compris entre 1 et 9 ou s'il est seulement formé d'un seul chiffre, on a une fraction décimale simple, comme par exemple $\frac{3}{10}$, $\frac{6}{100}$, $\frac{7}{1000}$ etc. Une fraction décimale est composée si le numérateur consiste en plusieurs chiffres, comme par exemple $\frac{18}{100}$, $\frac{621}{1000}$. Toute fraction décimale composée peut être réduite en plusieurs petites et en autant de fractions décimales qu'il y a de chiffres contenus dans son numérateur.

Supposons qu'il nous est donné la fraction $\frac{2483}{10000}$. Prenez d'abord l'unité de la plus haute puissance, elle est 2000 comme numérateur, et conservez le dénominateur : on aura $\frac{2000}{10000}$; prenez la puissance suivante qui sera le 4, qui indiquera les centaines; conservez encore le même dénominateur, et on aura une fraction de $\frac{400}{10000}$. Si l'on prend le 8, on aura $\frac{8}{10000}$, et pour le 3 on aura la fraction de $\frac{3}{10000}$.

Maintenant si l'on additionnait toutes ces fractions séparées on obtiendrait la grande fraction primitive ($\frac{2483}{10000}$) : car 2000 plus 400 plus 80 plus 3 font 2483. Le dénominateur commun 10,000, placé sous le numérateur, donne la fraction $\frac{2483}{10000}$, parfaitement identique à la première énoncée.

Si l'on examine ensuite plus en détail les fractions $\frac{2000}{10000}$, $\frac{400}{10000}$, $\frac{8}{10000}$, $\frac{3}{10000}$ qui forment la grande fraction de $\frac{2483}{10000}$, on trouvera que ces fractions peuvent être considérablement simplifiées. Car si l'on divise successivement chacune de ces fractions par son dénominateur, ou, ce qui revient au même, si l'on supprime dans le numérateur et dans le dénominateur ce qui a de l'identité, on aura $\frac{2}{10}$, $\frac{4}{100}$, $\frac{8}{1000}$ $\frac{3}{10000}$, qui ensemble forment la fraction de $\frac{2483}{10000}$.

Le grand, l'immense avantage des fractions décimales, c'est qu'on les pose et les écrit sans dénominateur et qu'on les traite et calcule comme des nombres entiers.

Qu'on se rappelle bien que les fractions décimales sont les parties d'un tout divisé soit en dixièmes, soit en centièmes, soit en millièmes, soit en dix-millièmes, etc., etc.

Si l'on écrit un nombre quelconque, 444444 par exemple, chacun de ces chiffres est décimal de celui qui le précède immédiatement par la gauche, ce qui veut dire qu'il en représente la dixième partie. Si les chiffres sont différents comme par exemple 82647, chacun exprime des unités dix fois plus petites que celles du chiffre précédent. Ainsi l'avant-dernier dans ce nombre 4 signifie quatre unités dont chacune est dix fois plus petite que celle du nombre précédent 6. Les unités de 4 sont aussi cent fois plus petites que celles du nombre 2 qui est de deux places en avant du 4. Elles sont mille fois plus petites que celles du chiffre 8 et dix fois plus grandes que celles du chiffre 7 qui le suit.

Dans le système décimal on écrit les unités entières sur la même ligne que la fraction. Ainsi pour écrire 4 unités et $\frac{3}{10}$, on écrit 4, 3 : pour écrire 67 $\frac{6}{100}$, on écrit 67,06 en séparant les chiffres entiers des chiffres formant la fraction, au moyen d'un point ou d'une virgule, ainsi que nous venons de l'indiquer. Cinquante-sept unités vingt-cinq centièmes s'écrivent 57.25 ou 57,25.

Lorsqu'il s'agit de mesures, de poids, de distances ou de monnaies, cette séparation des unités de la fraction se fait par une lettre initiale placée au-dessus du point ou de la virgule ; par exemple 360 mètres 52 centimètres s'écrivent ainsi : $360^{m}.52$ (ou $360^{m},52$).

Si la quantité exprimée ne contient point d'unités et rien que des décimales, elles s'écrivent après un zéro qui désigne la place des entiers, et le point ou la virgule qui fait la séparation comme à l'ordinaire. Ainsi 0.19 au 0,19 signifie dix-neuf centièmes ; $0^{m}.19$ ou $0^{m},19$, signifie 0 mètres, dix-neuf centimètres.

S'il n'y a pas de dixaine dans les fractions à exprimer, comme dans sept centièmes, alors on mettrait 0.07 ($0^{m}07$, $0^{fr}07$). Huit millièmes s'écrivent 0,008.

Un ou des zéros ajoutés à la droite des décimales n'en changent nullement la valeur ; ainsi 0.6, 0,60, 0.600 sont absolu-

ment la même chose. On comprendra que 60 centièmes équivalent à 6 dixièmes ou à 600 millièmes.

Il y a toujours un point ou une virgule à toute fraction décimale; ainsi que nous l'avons déjà fait remarquer, ce point ou cette virgule sépare les nombres entiers de la fraction. Si dans le nombre donné il n'y a pas de nombres entiers, s'il ne contient que des fractions, à la place des nombres entiers on met un zéro et à sa droite on met un point ou une virgule; ainsi 0,564 veut dire qu'il n'y a pas de nombres entiers, mais seulement 5 dixièmes, 6 centièmes, 4 millièmes. Ainsi encore $0^{m}564$ veut dire 564 millimètres.

Addition des décimales.

Placez les nombres selon leur valeur respective les uns sous les autres, en sorte que tous les points décimaux, les unités et décimales du même ordre, soient sur une seule et même ligne verticale; alors additionnez comme s'il n'y avait que des nombres entiers. Cherchez la ligne horizontale qui contient le plus grand nombre de décimales : dans le produit, comptez l'équivalent du nombre trouvé en partant du premier chiffre de droite, et placez un point ou une virgule. Le nombre à la droite de la virgule sera la fraction décimale et le nombre de gauche indiquera les nombres entiers.

Il s'agit de trouver le total ou la somme de 25,074 + 1,8254 + 125 + ,0567876 + 1776,111.

```
   25,074
    1,8254
  125,
     ,0567876
 1776,111
 ------------
 1928,0671876
```

Ce qui fait 1928 entiers et $\frac{671876}{10,000000}$

Soustraction des décimales.

La soustraction des décimales ou des nombres suivis de décimales se fait comme si les nombres ne contenaient que des

entiers. Il faut faire attention de placer les nombres les uns sous les autres, de façon à ce que les unités et décimales du même ordre et par conséquent les points décimaux soient dans la même ligne verticale.

Quand la soustraction est faite, on place dans le résultat la virgule ou point décimal sous la colonne des virgules ou des points décimaux.

Exemple 64,512
18,25
46,262

Si le nombre dont on veut soustraire ne contient que des dixièmes, et que celui à soustraire porte des centièmes, on écrit dans le premier nombre un zéro à côté de dixièmes, ce qui n'en altère nullement la valeur, et ensuite la soustraction se fait comme dans les autres cas.

Exemple 8,60
0,45
8,15

Étant donné 6,4 on doit en soustraire 3,6822. Au premier abord, l'opération semblera impossible. Mais elle se fait cependant, puisque le nombre entier de la somme dont on veut soustraire est plus fort ou plus considérable que celle à soustraire.

Ajoutez au nombre 6,4 autant de zéros qu'il en faut pour avoir autant de décimales qu'il y en a dans le nombre 3,6822, et opérez comme si vous aviez des nombres entiers.

Exemple 6,4000
3,6822
2,7178

Multiplication des décimales.

Traitez encore dans la multiplication les décimales comme des nombres entiers. Placez les facteurs l'un sous l'autre, et multipliez comme s'il n'y avait point de décimales. Mettez ensuite dans le produit un point ou une virgule à la suite, de droite à

gauche, d'autant de décimales qu'il y en a dans les deux sommes multipliées. Si dans le résultat de la multiplication vous n'avez pas autant de chiffres qu'il y en a dans les sommes multipliées, suppléez-y au moyen de zéros.

Exemple : multipliez 0, 02534 par 0,03256.

```
      ,02534
      ,03256
      ------
       15204
     12670
     5068
   7602
   -------
   8250704
```

Dans le produit vous n'avez que sept décimales, tandis que dans les deux facteurs vous en avez dix. Ajoutez donc à la gauche de la somme trois zéros pour former dix décimales avec les sept que vous a données la produit de la multiplication et écrivez : 0,0008250740

Division des décimales.

Opérez comme avec des nombres entiers et dans le quotient ou résultat, marquez en comptant de droite à gauche, autant de décimales qu'il y en a dans le dividende excédant ceux du diviseur. Si vous ne trouvez pas dans le résultat assez de chiffres ainsi que l'indique la règle, ajoutez-y autant de zéros à la gauche qu'il en est requis.

Exemple, divisez 12,678945 par ,5.

```
12,678945 | 5
          |---------
          | 2,535789
```

Si après la division il restait un nombre quelconque ou plus de décimales dans le diviseur qu'il y en a dans le dividende, ajoutez des zéros au dividende; le quotient peut être étendu à toute valeur nécessaire.

Supposons qu'on veuille savoir combien on peut faire de mètres d'ouvrage à 4fr. 30 le mètre pour trois mille francs. Il s'agit de diviser 3,000 par 4,30.

Transformez d'abord ces nombres ainsi qu'il suit : 3000 francs en 300000 centimes et 430. Voici ensuite l'opération :

```
300000 | 430
2580   | 697
 4200
 3870
  3300
  3010
   290
```

On trouve donc 697 pour quotient; mais il reste 290, nombre qui, étant plus petit que 430, ne peut plus donner qu'une fraction.

Il faut donc continuer l'opération de la division et ajouter encore des zéros à 290; ajoutons-en deux, et divisons par 430.

```
29000 | 430
2580  | 67
 3200
 3010
  190
```

Par cette nouvelle division on obtient au quotient deux nouveaux chiffres formant 67; séparez-les des précédents par la virgule décimale.

La réponse à la question proposée sera 697 mètres 67 centimètres.

S'il était nécessaire de pousser la division jusqu'aux millièmes, on ajouterait un troisième zéro, et l'on continuerait à diviser 1900 par 430, etc.

Comme on est souvent encore obligé de se servir de fractions ordinaires et de sous-espèces d'anciennes mesures et d'anciens poids, utiles dans la construction, nous allons indiquer la manière d'opérer la conversion de ces fractions de mesures et de poids en décimales.

Supposons 5/6 à convertir en décimales; cette fraction indique la division de 5 par 6. Or, comme elle ne peut pas se faire

en nombre entier, on ajoute à 5 et à sa droite autant de zéros qu'on veut avoir de décimales. Par exemple pour avoir des centièmes on ajoute deux zéros au 5, et l'on fait la division ainsi qu'il suit :

$$\begin{array}{r|l} 500 & 6 \\ \underline{48} & 83 \\ 20 & \\ \underline{18} & \\ 2 & \end{array}$$

Le quotient ou la valeur de la fraction 5/6 est 83 centièmes, exprimés ainsi 0,83. S'agit-il de convertir $\frac{2}{3}$ en millièmes, on ajoutera trois zéros au 2, et l'on fera la division comme précédemment.

$$\begin{array}{r|l} 2000 & 3 \\ \underline{18} & 666 \\ 20 & \\ \underline{18} & \\ 20 & \end{array}$$

Le quotient ou la valeur de la fraction 2/3 est 666 millièmes, exprimés ainsi 0,666. Veut-on convertir six onces en décimales, on dira six onces ou six seizièmes de livre sont la même chose. Posez le 6, ajoutez y trois zéros si vous voulez avoir des millièmes de livre, divisez ensuite par 16 et le quotient sera le résultat demandé.

$$\begin{array}{r|l} 6000 & 16 \\ \underline{48} & 375 \\ 120 & \\ \underline{112} & \\ 80 & \\ \underline{80} & \\ 00 & \end{array}$$

Six onces sont donc égales à 375 millièmes de livre, exprimés ainsi 0,375.

Conversion des anciens poids et mesures en nouveaux.

Pour s'aider en construction, on se sert toujours d'ouvrages antérieurs à l'introduction du système décimal en France. Nous croyons donc utile de donner ici la manière de convertir les anciens poids et mesures en nouveaux.

La proportion légale de la toise ancienne au mètre est que

1 toise vaut 1^{m} 94904

C'est-à-dire que la longueur de la toise équivaut à un mètre 94904 cent millièmes.

L'ancien pied représente $0^{m}32484$, c'est-à-dire $\frac{32484}{100000}$ d'un mètre.

L'ancien pouce, la 12e partie du pied, équivaut à $0^{m}02707$, ou $\frac{2707}{100000}$ d'un mètre.

L'ancienne ligne, la 12e partie du pouce, équivaut à 2,256 millimètres.

Maintenant si l'on trouve une mesure ancienne quelconque qu'on désire convertir en mètres, soit par exemple 6 toises 2 pieds 4 pouces, multipliez $1^{m}94904$ par 6; multipliez ensuite 32484 par 2; multipliez enfin 02702 par 4.

Vous aurez d'abord	$1,94904 \times 6 =$	11,69424
Ensuite.	$32484 \times 2 =$	,64968
Enfin.	$2702 \times 4 =$	,10808

Additionnez ces trois sommes, et le résultat, $12^{m}45200$, vous donnera la réduction demandée.

C'est-à-dire que 6 toises 2 pieds et 4 pouces sont égales à 12 mètres 45200 cent-millièmes de mètre.

La 100e partie du pied ancien est égale à $\frac{324}{1000}$ de mètre, exprimés ainsi, $0^{m}324$.

Le mètre est au pied comme 466,56 sont à 144.

L'ancienne livre valait	0 kil. 48951
L'ancienne once. . . .	30,59
L'ancien gros.	3,83

Opérez pour la conversion des poids comme vous l'avez fait pour celle des mesures. Supposez que vous vouliez savoir

combien 5 livres 6 onces et 6 gros font en kilogrammes et en grammes; multipliez 48951 par 5, 30,59 par 6 et 3,83 par 6, additionnez le résultat de ces trois multiplications, et vous trouverez que 5 livres 6 onces et 6 gros sont 2 kil. 65407.

La 100ᵉ partie de la livre ancienne est égale à $\frac{489}{1000}$ de kilogramme, exprimés ainsi : 0 kil. 489.

Nous allons donner quelques exemples de calculs qui se présentent continuellement dans la construction, et surtout dans le métré des ouvrages terminés.

Il y a des ouvrages qui se payent au mètre courant, comme par exemple les murs de clôture. On convient d'avance combien ces murs auront de hauteur et d'épaisseur, s'ils seront hourdés en mortier de chaux ou en plâtre, etc., avec ou sans chaînes, et l'on dit tel mur sera payé, supposons 17 francs le mètre courant : cela veut dire qu'on n'en métrera que l'indéfinie longueur, sans s'occuper de la hauteur ni de l'épaisseur. Supposons qu'un mur de clôture étant terminé, sa longueur soit de 18 mètres 65 centimètres. Il faut multiplier le nombre de mètres et de centimètres par le prix commun, et faire cette multiplication en ne tenant aucun compte des décimales, mais en les regardant comme des nombres entiers.

Voici l'opération :

$$\begin{array}{r} 18,65 \\ 17 \\ \hline 13055 \\ 1865 \\ \hline 317,05 \end{array}$$

On voit qu'il y a une virgule après le nombre 317 : cette virgule est pour séparer les francs des centimes. Il y a dans le multiplicande deux décimales, un 6 et un 5. Ce sont ces deux décimales qu'il faut séparer, de droite à gauche, dans la somme trouvée de 31705. Ces 18^{m} 65 de mur, payés à raison de 17^{fr}, reviendront donc à 317 francs cinq centimes.

Autres exemples : 36 mètres courants 5 centimètres 5 millimètres à 15 francs feront 548 fr. 25 cent.

11 mètres 80 centimètres à 19 francs feront 224 fr. 20 cent.

Si l'on est convenu avec un entrepreneur de payer le cube

de maçonnerie de telle ou telle nature un prix de tant, il faut mesurer les trois dimensions de la maçonnerie, c'est-à-dire sa longueur, son épaisseur et sa hauteur, multiplier par elles-mêmes ces trois dimensions : alors on en aura le solide ou cube qu'on multipliera par le prix. Supposons un mur de 8 mètres 50 de longueur, sur 0^m48 d'épaisseur et 3 mètres 22 de hauteur; nous aurons $8{,}50 \times 0{,}48 \times 3{,}22 = 13^m$ cubes 1376. Chaque mètre sera payé supposons 31 francs 25 centimes. Multipliez 13,1376 par 31 francs 25, ou 31,25, et vous trouverez 410 francs 55.

CHAPITRE IV.

De la pesanteur, du poids, de la densité, de l'équilibre, etc.

Quand on éloigne du sol une pierre, un morceau de bois, etc., et qu'on les abandonne à eux-mêmes, ils tombent jusqu'à ce qu'ils atteignent le sol ou un corps quelconque qui les arrête. Comme la matière est inerte, sans activité, elle ne peut pas passer d'elle-même de l'état de repos dans celui de l'activité. Donc quand nous voyons qu'un corps en repos commence à se mouvoir au moment que nous le privons de son appui ou soutien, nous devons assigner ce mouvement à une puissance, et cette puissance est nommée *pesanteur*. La pesanteur n'est autre que cette tendance de tous les corps vers le centre de la terre. Rien ne s'échappe de notre globe pour se porter dans l'immensité, et les corps qui se trouvent accidentellement lancés hors de sa surface y reviennent toujours avec rapidité. La terre a la propriété d'attirer constamment vers son centre toutes les parties matérielles qui la composent, tous les corps qui sont à sa surface et tous ceux qui peuvent être placés autour d'elle à distance.

On ne peut mieux déterminer la direction de la pesanteur qu'en fixant un fil ou cordon à un objet quelconque et en assu-

jettissant à l'autre extrêmité un petit poids ou corps pesant. La direction du fil ou cordon quand il est tendu et en repos est identique à la direction de la pesanteur; car si la force de l'attraction terrestre produisait une autre ligne, elle attirerait le cordon vers cette ligne. Ce petit instrument, formé d'une ficelle, d'un cordeau, ou corde mince, et d'un petit poids, et dont on se sert constamment dans la construction, est nommé plomb, et la ligne décrite par le cordeau fixé d'une manière quelconque au sommet étendu vers le bas par l'effet du poids libre et en repos est nommée ligne *verticale*. Si cette ligne était prolongée, elle rencontrerait infailliblement le centre de la terre. La direction de la pesanteur est donc celle du plomb ou de la ligne verticale. Il n'y a rien de si facile que de déterminer la *verticale* en tous temps et en tous lieux. La verticale, n'importe sur quel point du globe, se dirige toujours vers son centre.

Quand un corps est empêché de tomber par un obstacle quelconque, l'effet de la pesanteur n'en est point pour cela anéanti; dans ce cas il se manifeste par une pression qui s'exerce sur la masse qui le soutient.

La pesanteur n'est pas seulement une propriété générale des corps, c'est-à-dire elle n'est pas une propriété des corps compactes, elle est encore une propriété des liquides et des gaz. La chute des gouttes de pluie prouve assez la pesanteur des fluides, et la pression que les gaz, ou la masse d'air, exercent sur la surface terrestre, prouve de son côté la pesanteur des gaz.

La quantité de la pression qu'un corps exerce sur le corps qui le supporte est appelé son *poids;* cette pression augmente en raison de la quantité des molécules matérielles dont le corps est composé. Pour comparer le poids de différents corps entre eux on se sert des balances, dont l'usage est généralement connu.

La France a adopté le gramme comme unité légale du poids. Le gramme est le poids absolu d'un volume d'eau pure égal au cube de la centième partie du mètre (1 centimètre cube). Notre système des poids et mesures a un avantage sur celui de tous les autres pays, et cet avantage consiste en ce que l'unité de poids et de capacité a des rapports simples, et que l'on peut

proportionner aisément le volume et le poids, et réciproquement.

Comme il arrive souvent que pour le bâtiment et ses nombreux détails on consulte des ouvrages étrangers où il n'est point fait usage de notre système métrique, nous croyons devoir donner ici le rapport des mesures et poids étrangers à notre système décimal.

Le pied anglais, un tiers du yard, correspond à		30,479	centimètres.
Le pied de Vienne (Autriche)	»	31,611	»
Le pied du Rhin ou de Prusse	»	31,385	»
Le pied de Bavière	»	29,10	»
Un mille marin d'Angleterre, de 60 au degré.	»	1852	mètres.
Un mille anglais, de 1760 yards	»	1609	»
Un mille d'Allemagne, de 15 au degré	»	7408	»
Un mille d'Italie	»	1852	»
La livre anglaise (troy-pound)	corrrespond à	373,226	gram.
Une once	»	31,102	»
Pennyweight, $\frac{1}{20}$ d'once	»	1,555	»
Un grain	»	0,065	»
La livre anglaise (avoir du poids)	»	453,57	»
Une once (16ᵉ de livre)	»	28,35	»
Un dram (16ᵉ d'once)	»	1,77	»
Une livre de Prusse	»	467,702	»
Une livre de Vienne (Autriche), du commerce	»	572,880	»

Avec la table que nous venons de donner, il sera facile de convertir au système décimal français les mesures étrangères.

La masse ou volume d'un corps est la quantité de matière dont ce corps est formé; c'est de la quantité de matière qui constitue un corps que dépend le degré de sa force d'inertie. Or le degré de la force d'inertie est à proprement dire la mesure de sa masse ou volume. Mais un moyen facile de déterminer le volume d'un corps ne nous est donné que par la pesanteur. Le volume d'un corps est toujours proportionnel à son poids. Ce rapport entre la masse et le poids est partout manifesté par l'expérience. La vitesse de la chute de tous les corps dans l'espace est identique pour eux; on en conclut donc que la masse d'un corps est toujours proportionnelle à son poids, que par conséquent le poids d'un corps est une mesure pour sa masse.

La densité des corps consiste dans le rapport de leur poids à leur volume. L'idée de la densité se confond avec celle du poids

spécifique. Le poids spécifique est pour toute substance une propriété perpétuelle et caractéristique. Afin de déterminer la densité des corps, il faut adopter la densité d'un corps quelconque pour unité : on a choisi à cet effet l'eau dans sa plus forte densité. La densité ou le poids spécifique d'un corps est donc le nombre qui accuse combien de fois un corps est plus pesant qu'un égal volume d'eau. Un centimètre cube de fer pèse 7,8, un centimètre d'or 19,258 grammes, tandis qu'un pareil volume d'eau ne pèse qu'un gramme : donc le poids spécifique du fer est 7,8, celui de l'or est 19,258. On trouve en général le poids spécifique d'un corps quelconque en divisant son poids absolu par le poids d'un volume d'eau d'égale capacité.

Un corps est en équilibre quand toutes les forces qui agissent sur lui s'annulent réciproquement, ou bien quand leur action est annulée par une résistance quelconque. Ainsi, par exemple, l'action de la pesanteur d'un corps suspendu à un fil est annulée par la résistance de ce fil. Si le fil n'est pas assez solide, il se rompt, et le corps qu'il soutenait tombe à terre. Toutefois l'équilibre a lieu sans un point d'appui stable et sans résistance apparente. Le poisson peut être en équilibre dans l'eau comme le ballon l'est dans les airs : mais dans ces cas la pesanteur de ces corps est annulée par une pression qu'il est inutile de démontrer ici.

La *statique* est la science qui s'occupe à découvrir les conditions de l'équilibre, et la *dynamique* est la science qui recherche de son côté les lois du mouvement qui naissent quand les conditions de l'équilibre ne sont point satisfaites. Ces deux sciences trouvent leur application dans le bâtiment, mais quelques notions élémentaires suffisent.

Pour mesurer des forces, il faut adopter pour unité une force quelconque. Deux forces sont égales quand elles s'équilibrent en agissant en sens contraire mais sur un même point. Deux forces égales qui agissent dans la même direction, sont comme la même force double. Quel que soit le nombre de forces agissant sur un point matériel, quelle que soit leur direction, elles ne communiqueront néanmoins qu'un seul et unique mouvement dans une seule direction déterminée. On peut donc se figurer une force, une puissance, capable d'amener seule

cet effet, et qui serait susceptible de suppléer au système complet des forces dont nous avons parlé plus haut. Cette force est nommée *résultante;* elle n'est autre chose que la somme de toutes les actions de la pesanteur, que l'on appelle le poids d'un corps, et c'est le point où elle est appliquée qu'on appelle son centre de gravité. Nous avons dans la poulie un exemple de résultantes.

Des réservoirs, de l'eau et des jets d'eau.

L'eau remonte à la hauteur qu'elle a mise à descendre quand une certaine pression s'exerce sur elle. Supposons un réservoir quelconque A (*fig.* 34), dont l'eau à sa superficie est de niveau avec une ligne horizontale *ab;* que ce réservoir soit en communication avec un tuyau placé dans une direction descendante et fermé à son extrémité : l'eau descendra dans ce tuyau. Elle s'écoulera si le tuyau est ouvert au point O. Qu'on se figure que ce tuyau soit en communication avec un coude dont une portion est verticale et qui s'ouvre au point *o*. L'eau s'élèvera verticalement avec une certaine puissance en s'échappant par l'ouverture *o* et formera un jet qui atteindra presque à la ligne horizontale *ab*. On explique en hydrostatique ce phénomène au moyen de la loi qu'un fluide pesant et liquide n'arrive dans un vaisseau quelconque au repos qu'au moment où sa superficie (*ab* dans ce cas) est complétement horizontale; car le tuyau et le réservoir A sont à considérer ici comme ne faisant qu'un seul et même vase ou vaisseau, dans lequel se trouve de l'eau.

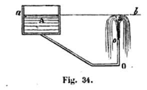


Fig. 34.

Toutefois le jet n'atteindra pas la ligne de niveau *ab*, parce qu'il n'a pas de cohésion, parce qu'il se divise en gouttes par la résistance de l'air, la friction qui s'opère à l'orifice *o* et d'autres motifs inutiles à énumérer ici. Dans cet état, le jet, séparé de la masse d'eau, ne subit plus la pression de l'eau chassée par sa pesanteur.

Nous nous sommes occupé ici de l'ascension de l'eau, parce qu'elle se présente dans la pose des réservoirs destinés aux

lieux d'aisance. On doit également en connaître la théorie pour l'employer lorsqu'on a de l'eau à conduire d'une montagne soit pour les besoins de la construction, soit pour les besoins domestiques. Cette théorie est encore utile à connaître pour l'établissement de jets d'eau dans des parcs ou des jardins.

La pression exercée par les liquides de haut en bas sur le fond d'un vase ou réservoir, où ils sont contenus, est tout à fait indépendante de la forme de ce vase ou réservoir. La pression que le fond d'un vase ou d'un réservoir a à subir par l'eau qu'ils contiennent, est égale au poids d'un cylindre d'eau vertical dont la base est égale au fond et dont la hauteur est égale à celle du fond jusqu'au niveau supérieur de l'eau.

Quant à un réservoir à gradins intérieurs (*fig.* 35), son fond *ab* ne supporte que le poids de la colonne ou cylindre d'eau *abcd*, tandis que le poids des volumes d'eau qui circonscrivent la colonne *abcd* est soutenu par le fond horizontal formé par les gradins superposés.

c d a b

Fig. 35.

De la pompe.

La pompe est un appareil composé d'un tuyau et d'un piston montant et descendant et au moyen duquel on fait monter l'eau à une certaine élévation. On en distingue de deux sortes, la pompe *aspirante* et la pompe *foulante*. La pompe aspirante ordinaire consiste en un tuyau ou canal au-dessus duquel s'adapte le corps de la pompe proprement dit. Au-dessus du canal inférieur est adaptée une soupape, qui s'ouvre par une pression faite par en bas et qui se ferme par une pression faite par en haut. Cette soupape est fixée sur l'orifice supérieur du canal, et le bouche hermétiquement. Dans le corps de la pompe se meut, en s'élevant et en s'abaissant, le piston creux muni d'un bourrelet en cuir et d'une soupape centrale, qui, comme la précédente, est ouverte par une pression inférieure et fermée par une pression verticale du haut. En élevant le piston, le vide se fait dans le corps de la pompe, en dessous du piston, la soupape inférieure se lève, tandis que l'eau entre dans le corps de la pompe, pressée qu'elle est par le poids de l'air extérieur;

en baissant le piston, la soupape inférieure se ferme, en sorte que la retraite est coupée à l'eau aspirée, qui par la pression du piston descendant est forcée de traverser la soupape pratiquée au-dessus de ce piston.

En levant derechef le piston une autre quantité d'eau est aspirée; l'eau qui est déjà au-dessus du piston est montée pour s'échapper par un tuyau latéral.

Si le piston et les soupapes pouvaient être faits avec une précision telle qu'il serait impossible à l'air de pénétrer, on pourrait aspirer l'eau, par une moyenne pression d'air, jusqu'à une élévation de 10 mètres; mais les pompes ordinaires ne peuvent guère aspirer l'eau au delà de 6 mètres, à 6^{m} 50 de hauteur.

La pompe foulante est composée d'un tuyau plongeant dans l'eau, et qui permet son introduction jusqu'à une certaine élévation, au moyen de petits trous. Si, lorsque ce tuyau est ainsi en partie rempli, on abaisse rapidement le piston, l'eau se trouvera pressée et se précipitera dans un canal latéral et adjacent, où une soupape lui livrera passage. En élevant le piston, cette eau tendra à retourner dans le premier tuyau; mais la soupape, s'abaissant aussitôt, lui interdira le retour, en sorte que par cette action répétée elle sera élevée jusqu'à un orifice déterminé, placé à telle hauteur qu'on voudra.

Des moufles.

Pour enlever les plus pesants fardeaux dans les travaux de bâtiment, on se sert d'une machine composée de plusieurs poulies enchâssées séparément et retenues avec un boulon dans une main de bois, de fer ou de bronze, appelée écharpe au chape. Cette machine est nommée moufle. On sait que la poulie est une petite roue, massive ou évidée, en bois ou en métal, tournant sur un axe en fer et sur la circonférence (dans l'épaisseur) de laquelle une gorge ou cannelure est creusée pour recevoir et tenir un cordage, dont elle facilite le mouvement, lorsque la direction suivant laquelle ce cordage fait effort, en tirant, doit changer. Cette combinaison de poulies et de cordages facilite le mouvement en augmentant l'effort de la puissance.

Le moufle que représente la fig. 36 est composé de trois poulies fixes et de trois poulies mobiles : c'est celui dont on fait le plus d'usage. Le poids, suspendu à la chape commune des trois poulies inférieures, est évidemment porté par les six portions du cordage qui relient entre elles les poulies supérieures et inférieures. Ce poids se reporte donc uniformément sur les six parties du cordage et par conséquent chacune d'elles est tendue par 1/6 du poids. Si par exemple ce poids était de 60 kilog., chacune des six cordes seraient tendues comme si elles avaient seules un poids de 10 kilogr. Si l'équilibre doit avoir lieu, il faut que la portion de corde qui s'abaisse à droite et à gauche de la poulie supérieure soit également tendue : nous avons dit que la portion de gauche était tendue par un sixième du poids. Il faut par conséquent fixer à la portion de droite de la corde un poids égal aussi à un sixième du poids. On peut donc tenir notre moufle en équilibre avec un poids de 10 kilog. s'il soutient un poids de 60 kilog.

Fig. 36.

On a aussi des moufles composés de deux chapes, celle du haut garnie de quatre poulies, celle du bas de trois. Qu'on se souvienne bien que chaque portion de corde glissant sur une poulie mobile double la puissance, car chaque extrémité du cordage soutient une égale quantité du poids tandis que chaque portion de cordage fixée à une poulie n'augmente la puissance que par unités. L'établissement d'une poulie est facile si on est trop loin d'un lieu où le commerce en livre toutes fabriquées.

La chèvre.

Au nombre des machines employées pour élever des fardeaux, la plus simple est un mât planté en terre et maintenu par quatre haubans ou gros cordages. On se sert de ce procédé en Italie et en France pour les ouvrages maritimes. Mais la machine la plus en usage dans toutes les parties de la France

est celle nommée *chèvre*. Il y en a de plusieurs espèces. Il y a des chèvres formées de trois longues pièces de charpente, appelées pieds, et dans ces chèvres il y en a encore deux sortes : l'une agit par le moyen d'un treuil ou moulinet à quatre barres, tandis que l'autre porte dans le milieu du treuil un tambour ou grande poulie, sur laquelle s'entortille le câble qui doit être tiré par les hommes qui élèvent le fardeau.

Une autre espèce de chèvre est celle qui n'a que deux pieds formant un triangle plus ou moins grand, plus ou moins élevé, et qui ne se soutient que par des haubans. Dans ces chèvres il y a un treuil mû par des leviers, autour duquel s'enroule le cordage renvoyé par une poulie placée au sommet des bras, qui sont maintenus par des pièces de bois horizontales nommées entretoises. Les haubans ou cordages destinés à soutenir cette chèvre, et qui embrassent le sommet doivent toujours être fixés à des objets solides; c'est une précaution qu'il ne faut jamais négliger afin de prévenir les accidents.

Une autre précaution qu'il faut prendre, c'est de ne pas laisser poser les pieds ou bras de la chèvre sur des parties trop faibles sur lesquelles elle pourrait glisser. Quand elle sera employée à la construction des étages, il faudra la placer sur des madriers ou autres fortes pièces de bois qu'on mettra en travers des solives. La chèvre est une machine très-pratique et très-utile, qu'on peut très-facilement changer de place et qui apporte une grande économie de temps dans l'élévation des fardeaux.

Le treuil.

Le treuil (*fig.* 37) est une machine composée d'un châssis carré de dimension arbitraire, mais plus long que large, qu'on pose à terre et aux extrémités duquel sont assemblés deux montants consolidés par des contre-fiches. Un cylindre horizontal tourne sur deux pivots placés sur chacun des montants latéraux, munis d'une garniture en fer sur

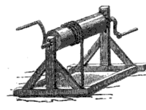


Fig. 37.

laquelle posent les pivots. Aux extrémités des pivots est pratiquée une manivelle pour faire mouvoir le cylindre principal; et pour que le fardeau qu'on élève au moyen d'une corde ne puisse pas entraîner le mouvement en arrière, on y adapte une petite roue à crochets, comme il est indiqué dans la figure. L'axe du cylindre ne doit pas être placé au delà de 1 mètre au-dessus du châssis; les manivelles ne doivent pas non plus dépasser la hauteur de l'épaule ni descendre au-dessous de la longueur du bras, afin que le travailleur puisse les faire agir sans être obligé de fléchir le genou. Autrement il perdrait de sa force. La longueur la plus convenable du rayon d'une manivelle, ou tige courbée qui relie le pivots de l'axe au manche, est 48 centimètres.

On se sert du treuil pour monter les terres qui proviennent de la fouille des puits, ainsi que pour celles qui descendent à une grande profondeur : on s'en sert encore pour monter dans les étages supérieurs les briques, les moellons, le mortier, etc. Comme pour la chèvre, il est nécessaire de poser avec précaution le treuil sur une base solide, sur des madriers ou de fortes pièces de bois de charpente. Il faut aussi placer le treuil le plus près possible des murs, afin de ne pas faire fléchir les charpentes au milieu des pièces.

Il y a encore un autre genre de treuil qui sert à arracher les vieux pieux dont on ne peut plus se servir.

On nomme *moulinet* une sorte de treuil auquel sont adaptés quatre bras de levier perpendiculaires les uns aux autres, deux de chaque côté.

LIVRE PREMIER.

LIVRE PREMIER.

DES MATÉRIAUX PRINCIPAUX.

Des matériaux en général.

Pour élever une bonne construction, il faut non-seulement faire un bon emploi des matériaux, mais il faut encore connaître leurs qualités et leurs défauts. Il ne s'agit pas, pour le propriétaire qui fait bâtir, de s'initier entièrement à la connaissance du bois et de la pierre, ainsi que doivent le faire l'architecte, le charpentier et le maçon, il doit se borner à en connaître les avantages et les vices, savoir distinguer le bois de chêne du bois blanc, la pierre dure de la pierre tendre, etc., etc. Si l'étude des divers matériaux est faite avec intelligence, avec plaisir et intérêt, comme elle comprend les éléments de plusieurs sciences, elle deviendra agréable en portant l'attention de l'homme qui étudie sur des sujets qui auparavant n'existaient pas ou étaient lettre close pour lui. Ainsi l'étude des pierres le conduira à la géologie et à la minéralogie, celle des bois à la botanique, qui lui servira pour la plantation des jardins d'agrément et des parcs.

La connaissance élémentaire des matériaux est intimement liée à la contruction; car si de certaines constructions demandent des matériaux de qualités particulières, et vice versâ, d'autres matériaux ne doivent et ne peuvent être employés qu'à certains genres de constructions. Sous ce rapport, il faut non-seulement connaître quelles sont les qualités présentes des matériaux, mais il faut encore savoir ce que ces matériaux deviendront avec le temps. Cela est d'autant plus important que les matériaux sont soumis à des influences diverses dès leur em-

ploi ou mise en œuvre, et que ces influences les métamorphosent dans la suite, soit en bien soit en mal. Or c'est de ces circonstances que dépend l'emploi des substances qui entrent dans la construction des bâtiments.

Comme les qualités de certains matériaux ne sont que le résultat d'une transformation de la substance primitive, antérieure à leur emploi, il s'en suit que nous aurons à parler de ce qu'on nomme matériaux artificiels, c'est-à-dire des briques, des tuiles, des différentes poteries, des pierres artificielles, de la chaux, etc. Mais nous n'entrerons pas dans la partie technique de la fabrication de ces matériaux, fabrication qui est en dehors du but de cet ouvrage. Nous y suppléerons en indiquant les ouvrages que doivent consulter les lecteurs qui désireront satisfaire leur curiosité. Disons seulement qu'il n'est pas tout à fait inutile que le propriétaire constructeur soit quelque peu initié à la fabrication des briques ainsi que de la cuisson de la pierre à chaux ou à plâtre. Jamais trop de connaissances ne peuvent nuire.

La plus grande partie des matériaux sont employés tels que les fournit la nature, mais avec une façon extérieure qui les approprie au but proposé : c'est ce qu'on peut appeler matériaux naturels : d'autres ont besoin d'une transformation radicale, soit chimique, soit mécanique; on peut nommer ces derniers matériaux artificiels.

La connaissance des matériaux s'acquiert par l'étude, l'observation et l'expérience. On peut acquérir l'expérience en étudiant les matériaux déjà mis en œuvre dans le voisinage de la localité où l'on veut bâtir. On peut arriver à de bons renseignements en questionnant les ouvriers ou les entrepreneurs qui sont presque toujours de bons praticiens. Avec un peu d'attention et de mémoire, on arrive facilement à même de s'initier à la connaissance de la pierre tendre et de la pierre dure ainsi que des différentes essences de bois.

De la pierre naturelle.

On nomme matériaux les substances employées à la construction. Il importe beaucoup d'en connaître les bonnes et les

mauvaises qualités. De la saine appréciation de leur nature dépendent la solidité et la beauté d'un bâtiment quelconque.

Les matériaux de construction se divisent 1° en *pierres* de toutes natures, soit naturelles, soit artificielles, 2° en *métaux*, 3° en *bois*, 4° en *matières pour former liaison*, comme mortiers, ciments, plâtres, mastics, etc., 5° en matières conservatrices, telles que enduits, couleurs à l'huile, bitumes et autres.

Pour jeter les fondations d'une construction quelconque, il faut toujours employer les matériaux les plus durs de la contrée où l'on bâtit, à moins que ces matériaux ne soient perméables à l'eau et par suite conducteurs de l'humidité. Nous allons donner une description et une analyse succinctes des différentes pierres à employer ou à rejeter dans la construction.

Les pierres se divisent en deux classes, en pierres *dures* et en pierres *tendres*. Les pierres dures sont celles qui ne peuvent être débitées qu'au moyen de la scie à eau (sans dents) et du grès; les pierres tendres peuvent être travaillées à la scie à dents et à la hachette. Au nombre des pierres dures sont : le marbre, le granit, le porphyre, la roche, le liais. Parmi les pierres tendres, on compte le moellon, la pierre de craie, l'ardoise, la mollasse, le tuf.

La croûte terrestre qui enveloppe le noyau de notre globe fournit les pierres dont nous venons de parler, et qui pour la plupart sont formées par la combinaison de plusieurs minéraux. On peut appeler pierre *simple* celle dont la masse générale n'est formée que d'un seul minéral; pierre *compacte* ou pierre *cristallisée grenue*, celle qui consiste d'un mélange de deux minéraux et plus, et enfin pierre *amalgamée* celle qui est le résultat de procédés mécaniques, mais naturels.

Les pierres simples et amalgamées doivent la plupart du temps leur origine à l'eau, tandis que les pierres compactes ou cristallisées, ont été produites par le feu et le figement subit amené par le refroidissement de la masse en fusion.

Pierre dure.

Au nombre des pierres simples, il faut placer les calcaires; la pierre calcaire se trouve généralement dans tous les pays.

Elle est formée d'une combinaison d'oxyde de calcium et d'acide carbonique. La plus grande partie du sol de la France en offre des dépôts plus ou moins considérables de diverses sortes. Les dépôts tertiaires, comprenant des calcaires grossiers marins et des calcaires fluviatiles, couvrent ce que l'on appelait l'Ile de France, et l'Orléanais, ainsi que la Touraine, la Guienne et la Gascogne, jusqu'au pied des Pyrénées. Beaucoup de calcaires fluviatiles se retrouvent en outre, par lambeaux, dans l'Auvergne, dans le Cantal, dans le Languedoc et la Provence. D'autres calcaires, et plus particulièrement ceux de la formation jurassique, couvrent la Franche-Comté et la Bourgogne, et constituent la plus grande partie du reste de la France, où ils sont limités par les terrains cristallins des Ardennes, des Vosges, des Alpes, du Dauphiné, des Pyrénées, de la Bretagne; ils entourent de tous côtés le groupe cristallin qui constitue le Limousin, l'Auvergne, le Lyonnais et une partie du Languedoc.

Le calcaire est une matière d'un usage journalier. D'abord, comme pierre à bâtir, il présente le grand avantage de se laisser tailler facilement et de conserver néanmoins les arêtes, les moulures et les ornements les plus délicats. Cependant il y a beaucoup de choix à faire. La craie est le plus souvent trop tendre; les variétés lamellaires, simples ou micacées, résistent peu à la charge; beaucoup de calcaires compacts sont secs, suivant le terme reçu, et sont d'ailleurs fréquemment remplis de fissures qui leur ôtent beaucoup de solidité.

Les variétés de calcaire qui conviennent le mieux à la construction sont celles qui sont compactes, à cassure inégale, plates ou irrégulières, qui sont mates et ont souvent quelque chose de terreux. On en trouve d'excellentes sous ce rapport dans les formations analogues à celles de Paris et dans les dépôts jurassiques : ce sont ces formations qui ont fourni des matériaux à la plupart des monuments de l'Europe.

On emploie quelquefois aussi les tufs calcaires, et à cet égard on peut citer surtout ceux des États Romains, connus sous le nom de ***travertins***, employés dans une grande partie de l'Italie.

Il y a des pierres qui ne peuvent rester exposées aux intem-

péries de l'air sans se désagréger plus ou moins promptement et tomber en fragments ou en poussière; ce sont surtout les variétés susceptibles de s'imbiber lentement d'eau. Cette eau, que les gelées viennent surprendre avant qu'elle ait pu s'évaporer, augmente alors de volume en se consolidant, et fait éclater la masse.

Ces variétés se nomment *pierres gélives*, et l'on conçoit qu'il faut en éviter soigneusement l'emploi. Une des particularités du calcaire, c'est l'effervescence, le bouillonnement, qui s'opère lorsqu'on en plonge un morceau dans une solution saline et qu'on le retire après l'imbibation. Le sel en se cristallisant dans l'intérieur augmente alors de volume, et produit l'effet de la congélation de l'eau; si la pierre résiste à l'épreuve, on peut être certain qu'elle résistera de même aux intempéries de l'air. Certaines pierres poreuses pourtant résistent à l'épreuve que nous venons d'indiquer, ne se désagrégent jamais à l'air, parce que l'eau dont elles se sont imbibées se dégage aussi rapidement qu'elle a pu pénétrer.

Le calcaire est donc une bonne pierre à bâtir, et même pour certains travaux hydrauliques; mais il ne faut pas l'employer pour des foyers et des cheminées, à moins qu'en cas d'impossibilité absolue de faire autrement.

On nomme *marbres* les variétés de calcaire à grains fins susceptibles de poli, et qui, par leur blancheur ou par leurs couleurs plus ou moins vives, peuvent être employées à la décoration des édifices, dans l'intérieur des maisons ou dans l'ameublement. Il en existe en quelque sorte partout, et principalement depuis les dépôts jurassiques jusqu'aux calcaires siluriens. — On distingue de nombreuses variétés de marbres, à chacune desquelles on donne un nom particulier. Les plus beaux marbres se nomment *marbres antiques*, expression qui, dans le principe, indiquait des marbres dont les carrières étaient perdues, et qu'on tirait des anciens monuments, mais qui maintenant s'applique aux variétés choisies parmi celles qu'on exploite journellement.

On nomme marbres simples ceux qui sont entièrement unicolores et de couleurs nettement décidées. Tels sont les *marbres blancs* statuaires de Carrare; les marbres noirs de Dinant.

de Namur, de Huy en Belgique; les *marbres rouges*, parmi lesquels on distingue surtout la *griotte d'Italie*, que donne le Languedoc, de couleur rouge-brun pâle avec de grandes taches d'un blanc sale, les *marbres jaunes*, qu'on nomme jaune antique ou jaune de Sienne, etc.

Les *marbres simples veinés* sont en grand nombre et avec fonds de couleur. La Flandre en fournit beaucoup de variétés : ce qui fait qu'on les nomme aussi *marbres de Flandre*. Celui de Sainte-Anne à fond gris et veines blanches est un des plus communs; mais il en existe de beaucoup plus agréables, à fond brun et rouge, à fond bleuâtre, etc. Parmi les belles variétés qui proviennent de différents endroits, on distingue le *grand antique*, à fond noir et veines blanches nettement tranchées; le *portor*, à fond noir et veines jaunes; le *bleu* turquin, à fond bleuâtre et veines plus foncées, dont le plus beau provient de Carrare; le *languedoc*, qui vient de Narbonne, à fond rouge et grandes veines blanches ondulées, qu'on emploie surtout pour les décorations monumentales, etc.

Ce que l'on nomme *marbres brèches* ne sont souvent que des variétés de marbres veinés, dans lesquelles les veines coupent la masse de telle sorte qu'elle semble composée de fragments réunis. Les plus renommés sont : le *grand deuil* et le *petit deuil*, qui offrent des éclats blancs sur un fond noir, et qu'on tire de l'Ariége, de l'Aude et des Basses-Pyrénées; la *brèche d'Aix*, ou *brèche de Tolonet*, à grands fragments jaunes et violets réunis par des veines noires, qu'on exploite à Aix en Provence; la *brèche violette*, à fond violet avec de grands éclats blancs, un des marbres les plus riches, qui provient de la côte de Gênes, mais dont les carrières sont depuis longtemps épuisées.

Les *marbres composés* renferment des matières étrangères distribuées par feuillets, par paquets, ou disséminées. On distingue principalement les *marbres cypolin* de la côte de Gênes, qui renferment du mica verdâtre disséminé dans une pâte blanchâtre et saccharoïde; les *marbres campan*, dans les Pyrénées, qui renferment des feuillets ondulés de matières analogues de diverses couleurs dans des pâtes de calcaire compact de diverses teintes. La Corse fournit du *cypolin* et le *marbre jaune d'Erbalonga*. Enfin, au nombre des marbres com-

posés, il faut encore compter les diverses variétés de *vert antique*, qui sont des marbres saccharoïdes, blancs ou verdâtres, mélangés de diallage et de serpentine de couleur verte.

Les *marbres lumachelles* renferment des coquilles, des madrépores, etc. On distingue surtout des variétés à fond noir sur lequel se dessinent des taches de calcaire blanc, dont chacune est une coquille; on en tire de la Flandre et des environs de Narbonne. Le *petit granit*, rempli d'encrinites, ou marbre des Écaussines, près de Mons, est celui qui couvre la plupart de nos meubles, et il en est un exemple commun.

Le *grès* est une matière scintillante formée de petits grains distincts. Les *quartzites* sont des grès consolidés qu'on rencontre dans le voisinage des terrains de cristallisation, où ils ont pris le caractère de quartz grenu par vice de métamorphisme. Le *grès houiller*, ainsi nommé parce que c'est au milieu de ses dépôts que se trouve la houille, est en général formé d'une accumulation de grains quartzeux et feldspathiques réunis par un ciment argileux plus ou moins micacé, ordinairement grisâtre; il passe à des argiles schisteuses et à des schistes bitumineux qui ne sont que des grès très-fins. Le *grès rouge* présente souvent un ciment argileux et sablonneux, de couleur rouge, qui empâte des galets de quartz, de quartzite, de schiste argileux, de porphyre, de granite, etc. Le *grès bigarré*, ordinairement à grains fins, est en général de couleur rouge. Le *grès vert* prend sa dénomination de la grande quantité de petits grains verts qu'il renferme; il est presque toujours calcarifère. La forêt de Fontainebleau présente les grès les plus blancs et les plus purs, qui servent au pavage de Paris.

Les grès se trouvent en masses ou rochers informes, quelquefois par bancs ou couches de différentes épaisseurs. On observe dans les carrières de grès, ou *grésières*, que les masses en sont moins dures, à proportion de la profondeur où elles se trouvent, et que plus le grès est dur, plus il est aisé de le diviser en morceaux d'une figure déterminée. Cette espèce de pierre, n'ayant pas de lit, se débite sur tous sens de la grandeur qu'on vent.

On se sert de pierres de grès pour bâtir dans plusieurs pays de l'Europe et dans certaines contrées de la France, où il s'en

trouve de propres à cet usage. Le grès employé comme pierre de taille fait de bonnes constructions quand cette pierre est bien choisie; mais il n'en est pas de même lorsqu'elle est employée comme moellons, parce que le mortier, qui fait la principale force de ce genre de construction, ne se lie pas bien avec le grès. Le bon moellon est préférable et d'un prix infiniment moins élevé.

Le grès employé pour soubassement est un excellent conducteur de l'humidité. Si l'on a d'autres matériaux, il faut les choisir de préférence. En général l'emploi du grès lorsqu'il s'offre en abondance ne devrait avoir lieu que pour des seuils, des marches d'escalier, des bordures de trottoir, des bornes, des linteaux de baies de porte et de fenêtre et enfin pour des murs de soutènement ou de clôture dans lesquels l'humidité n'a pas d'inconvénient.

La pierre *meulière* est un composé de concrétions quartzeuses et grossières, dont le tissu est criblé de trous; on en distingue de deux espèces, l'une qui se trouve par bancs ou grandes masses, propre à faire des meules de moulin d'une seule pièce, et l'autre en roches ou morceaux isolés et épars dans les campagnes, avec lesquels on forme des meules de plusieurs pièces. Il y en a qui se débitent en petits morceaux pour être employés comme moellons dans les ouvrages de maçonnerie.

Les pierres de meulière débitées en moellons, et employées avec du mortier, forment une excellente maçonnerie, parce que le mortier s'y attache fortement et s'insinue dans toutes les cavités de manière à former une liaison solide.

Dans les localités humides on peut se servir de la meulière pour former le soubassement de maisons d'habitation. On peut les tailler sur cinq faces pour en former des assises horizontales, ou seulement sur une seule face pour construire des parements irréguliers ou polygonaux.

Parmi les *albâtres* on recherche surtout ceux qui sont d'un blanc légèrement jaunâtre, d'une belle demi-transparence, avec des veines d'un blanc laiteux : c'est là l'albâtre oriental ou albâtre antique. Viennent ensuite les variétés jaunâtres, présentant des zones de diverses teintes qui ne tranchent pas trop sur la masse : c'est ce qu'on nomme *albâtre veiné*, *marbre*

onyx, *marbre agate*, mais employés seulement dans les intérieurs, pour des revêtements de chapelle, des objets de grand luxe monumental.

Pierre tendre.

Au nombre des pierres compactes ou pierres cristallisées grenues, il faut ranger 1° les *argiles*. Ce sont au fond des silicates déterminés, mais souvent salis par des mélanges de toutes espèces, qui fréquemment consistent en sables quartzeux, tantôt purs et tantôt impurs. Les argiles sont employées à un grand nombre d'usages, et surtout à la fabrication des briques et des diverses sortes de poterie, objet d'une haute importance dans la construction. Les argiles varient de couleur, sont une terre forte et grasse et très-utile. 2° Les ardoises formées de cristaux en lamelles minces ou paillettes de mica, déposées à plat les unes sur les autres, ou petits cristaux capillaires couchés sur leur longueur et formant des masses plus ou moins considérables. Ces masses se divisent suivant le plan des lames ou des fibres, en feuillets plus ou moins épais; on désigne aussi cette structure sous le nom de structure schisteuse (ou aisée à fendre). Les ardoises de première qualité proviennent de Fumay et de Revin dans les Ardennes : les environs d'Angers en fournissent également.

Au nombre des pierres compactes, il faut encore ranger les *brèches* et les *poudingues* nommés aussi *grauwackes*, et parmi ces dernières les *grauwackes schisteuses*, à teintes sombres presque noires.

Les pierres amalgamées se composent du syénite, de la serpentine, du porphyre, du trachyte, du basalte, du granit, de la solénite et enfin des laves.

Les moellons s'emploient bruts en plus ou moins grands morceaux, tels qu'ils viennent de la carrière; il ne faut en faire usage que lorsqu'ils sont bien secs. On n'en dresse à la hachette d'habitude qu'une face, afin de ne pas produire des aspérités trop saillantes ni des creux trop profonds; ces derniers feraient employer une trop grande quantité de la matière formant les enduits intérieurs et extérieurs.

La pierre dite de taille a un volume beaucoup plus grand que le moellon : on lui donne une forme régulière, généralement parallélipipédique.

Les pierres destinées à élever des murs solides et durables doivent répondre au but que l'on se propose. Mais dans tous les cas il faut qu'elles aient uniformément la même dureté et une force suffisante de résistance. Pour reconnaître ces qualités il faut s'assurer si le son que rend la pierre lorsqu'on la frappe est clair ou sourd, et si lorsqu'elle se fend les éclats en sont aigus ou ronds ; les éclats arrondis témoignent au contraire de la tendreté de la pierre. Pendant l'ouvrage en œuvre une résistance identique en tous lieux de cette œuvre répond d'une dureté uniforme. Ensuite un grain fin, une masse compacte, ne se trouvent généralement que dans les pierres dures. La couleur des matériaux a moins d'influence sur leur qualité, bonne ou mauvaise, car des pierres foncées peuvent être aussi dures que des pierres de teinte claire et réciproquement; seulement il faut avoir soin de n'employer que de la pierre d'égale nuance dans une construction.

La bonne pierre de construction doit résister aux intempéries de l'air ainsi qu'à l'épreuve des sels. Il faut ne pas employer la pierre où l'on remarque des agglomérations d'oxyde de fer et de manganèse : elle ne résisterait pas à l'air. Les pierres schisteuses, ou soumises au clivage, se détériorent en tombant par lames ou feuilles, quand l'humidité peut y pénétrer, et quant aux pierres qui pompent l'eau, elles sont généralement exposées à être décomposées par la gelée. La pierre est à l'épreuve de la gelée quand elle a résisté un ou deux hivers, en plein air aux effets de l'humidité et du froid.

La bonne pierre de construction doit en outre être franche de crevasses intérieures, de fentes, et offrir une surface un peu rude afin que le mortier puisse former une bonne liaison, ce qui n'a pas lieu quand la pierre a une surface trop lisse. Il ne faut pas non plus une trop grande différence de volume dans les pierres employées : il faut qu'elles aient des dimensions relatives et une grosseur en proportion des travaux dans lesquels on les emploie. Toutefois de grosses pierres donnent une plus grande solidité aux murs que des petites. Quant à

la pierre destinée aux foyers, aux tuyaux de cheminées, etc., on peut se convaincre de sa bonne qualité en la soumettant à une forte chaleur. Si elle ne fond pas, ne se détache pas en lames ni ne se fend, elle résistera au feu des foyers et à la chaleur des conduites de fumée.

Pierre artificielle. — La brique.

Dans les contrées où il n'y a point ou peu de pierre naturelle ou bien où elle est mauvaise, on se sert dans la construction de pierres artificielles. La pierre artificielle est fabriquée par l'homme. La brique formée d'argile ou de terre glaise est de cette catégorie. On en distingue de deux sortes : 1° la *brique crue* ou seulement durcie à la chaleur du soleil et 2° la *brique cuite*, durcie par l'action du feu. La première est principalement employée dans le sud, dans les pays méridionaux, tandis que la seconde est d'un usage plus universel surtout dans le Nord, où la brique crue serait décomposée par la gelée.

Pour faire de la bonne brique régulière, il faut que la terre à brique soit nettoyée de tous corps étrangers, comme racines, pierres, etc. On la mêle ensuite avec de l'eau pour en faire une pâte malléable, facile à jeter dans les moules et susceptible enfin de prendre l'empreinte des doigts, sans se fendre. La glaise trop grasse ou la terre argileuse trop forte ne donnent point de bonne brique, parce que les parallélipipèdes qu'on en forme se gercent en séchant ou se fendent dans la cuisson du four. L'air et le feu en détériorent en outre la régularité, et les arêtes, au lieu de présenter des lignes droites, offrent des courbes dans plusieurs sens. La terre à brique ne doit pas non plus être trop maigre, ni contenir une trop grande proportion de sable, parce que les briques fonderaient en cuisant et adhéreraient ensemble par la vitrification. L'expérience a prouvé qu'une argile pure doit, pour donner de bonnes briques, être mêlée dans la proportion d'un cinquième à un quart de son volume, de sable fin (de rivière si c'est possible). Toutefois, comme la cuisson diminue un peu le volume donné primitivement aux briques, il faut leur donner une faible dimension en plus de celle qu'elles doivent avoir.

Il faut que la terre à brique soit franche de terre et de marne calcaires qui amènent la fusibilité; il faut qu'elle soit encore franche de tous métaux sulfureux qui, de leur côté, feraient fendre la brique en lames ou feuillets; il faut enfin la purifier de cailloux calcaires, qui cuits avec les briques produiraient de la chaux grasse pomperaient l'humidité, gonfleraient et feraient fendre les briques.

Pour faire de bonnes briques, on doit préparer la terre en automne, lui laisser passer l'hiver en l'étendant sans lui donner trop d'épaisseur; elle est alors excellente à employer au printemps. Si l'argile est grasse, si elle demande une addition de sable, cette addition est faite au moment de la manutention. Cette dernière consiste à mettre dans un réservoir quelconque l'argile qu'on mouille avec de l'eau; ensuite on l'étend soit sur le sol, soit sur une aire de planches, où on la pétrit jusqu'à ce que ce mélange forme une pâte égale dans la masse. La terre à brique ainsi préparée est jetée dans des moules en bois saupoudrés de sable pour que la terre ne s'y attache point. En sortant du moule, les briques sont séchées au soleil ou plutôt à l'air jusqu'à ce qu'elles aient acquis assez de consistance pour être empilées et former le four. En empilant les briques, on laisse des ventilateurs horizontaux, ou vides, destinés à l'évaporation de l'humidité qui émane des briques. Mais il faut se garder d'une dessiccation trop précipitée, qui fait gercer et voiler les briques. La brique non cuite est peu solide et durable dans nos climats; il vaut mieux employer la brique cuite et cuite au charbon de bois de préférence à la houille.

Nous n'entrerons pas plus avant dans la fabrication des briques; car la cuisson est plutôt une affaire de vieux praticien que celle d'un propriétaire amateur de construction.

Il y a des briques qui résistent à l'action des feux les plus violents et qui sont employées pour la construction des fours et des appareils métallurgiques. Ces briques sont connues sous le nom de *réfractaires;* elles se composent d'argile pure, exempte de chaux et de fer.

Il est très-important de s'assurer de la bonne qualité de la brique, et pour cela il ne faut pas qu'elle soit scarifiée ni vitrifiée; elle doit être bien et également cuite. Pour juger de

la bonne qualité de la brique, il faut surtout prendre en considération quatre choses : 1° sa fermeté, sa résistance à fendre et à l'écrasement; 2° son apparence lorsqu'elle est rompue : il faut que la brique dans sa cassure soit égale de texture, fine de grain, brillante : elle ne doit point avoir de cavités intérieures; elle ne doit pas être rubanée ni pierreuse; 3° il faut que son extérieur soit uni, lisse, à vives arêtes, régulier, non déjeté. Quand les briques sont de grandeur identique, qu'elles n'ont point de dimensions diverses entre elles, cette circonstance est aussi un indice que la terre a été bien travaillée et qu'en général la brique a été bien fabriquée; 4° il faut que la brique en la frappant rende un son clair, plein, pur.

Les bonnes briques sont ordinairement d'un rouge brun foncé, et quelquefois elles présentent à la surface de petites parties vitrifiées. Il ne faut cependant pas toujours se fier à cette dernière apparence, parce que souvent c'est au degré de cuisson seul qu'elles doivent ce commencement de vitrification, quoique l'argile dont elles se composent soit impure et mal préparée.

Les briques de mauvaise qualité se reconnaissent facilement par leur couleur jaune rougeâtre, et mieux encore par le son sourd qu'elles rendent dans la percussion; leur grain étant mollasse et grenu, elles s'émiettent sous les doigts, se rompent facilement, et absorbent l'eau avec avidité.

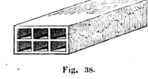
La bonne brique ne doit absorber que 1/15 environ d'eau de son propre poids : elle doit paraître sèche, et l'être effectivement. La brique qui n'absorbe pas d'eau est trop cuite, le mortier n'y adhère qu'imparfaitement, mais elle est bonne conductrice de la chaleur. Elle peut être employée dans des terrains humides et servir aussi de pavés. La brique noyée dans de l'eau et qui s'effeuille et se boursoufle est de mauvaise qualité et contient du calcaire caustique. La brique chauffée au rouge, sur laquelle on verse de l'eau froide et qui ne se fend pas est d'une dureté extraordinaire et rare. La brique qui a subi l'humidité et la sécheresse pendant quelques hivers et qui ne s'est pas effeuillée ni fendue aux influences alternatives de l'eau et de la glace est excellente.

Pour vérifier si une brique peut résister à l'action de la gelée,

on la fait bouillir pendant une demi-heure dans une dissolution saturée à froid de sulfate de soude, puis on la suspend par un fil au-dessus de la capsule dans laquelle elle a bouilli. Au bout de vingt-quatre heures, la surface se trouve recouverte de petits cristaux, que l'on fait disparaître par une nouvelle immersion dans la dissolution : ils se reforment encore après quelque temps de suspension ; on les fait disparaître de même, et après avoir répété la même opération pendant cinq jours, à chaque nouvelle apparition de cristaux, si la brique est gélive, elle abandonne des petits fragments qui se sont réunis au fond de la capsule ; dans le cas contraire, la cristallisation du sulfate de soude n'en détache aucune particule, les arêtes ne s'émoussent même pas.

D'après des expériences faites, 100 kilogrammes de briques sèches absorbent, en moyenne, 13k 11 d'eau.

Il n'y a pas bien longtemps qu'on a inventé les briques creuses, destinées à la construction d'ouvrages légers. Elles ont la forme des briques ordinaires, la forme prismatique, sont fabriquées en bonne argile cuite et garnies de petites cloisons intérieures longitudinales, ainsi qu'on peut le voir dans la figure 38.


Fig. 38.

Ces briques offrent une économie de 15 à 30 p. 100 sur la matière première, de 20 à 30 p. 100 de chauffage ; le transport en est moins coûteux, et enfin elles sont cuites plus également. Il tombe sous le sens qu'elles sont plus légères que les briques ordinaires, qu'elles sont très-convenables pour la construction de certaines espèces de voûtes et, en dernier lieu, forment des murs qui conservent davantage la chaleur.

Les dimensions des briques creuses sont très-variables ; mais, en général, on leur donne cependant celles des briques ordinaires en usage dans les localités où on les emploie, afin de pouvoir, au besoin, les relier ou les raccorder avec celles employées dans des maçonneries ordinaires.

Pour faire des voûtes légères, on emploie une espèce de petits pots tronconiques fermés des deux bouts et dont la

partie supérieure est carrée, mais se raccordant par des surfaces gauches au cône qui est la forme générale de ces petits pots.

Pisé.

Le pisé est un genre de constructions en terre, servant à faire des murs, en usage dans plusieurs parties de la France, surtout dans le midi et dans les pays méridionaux de l'Europe. Lorsque les murs en pisé sont faits avec soin, ils ne forment qu'une seule pièce, et lorsqu'ils sont révêtus à l'extérieur d'un bon enduit, ils peuvent durer longtemps. On se sert principalement du pisé pour les constructions de la campagne.

Les terres qui ne sont ni trop grasses ni trop maigres sont propres à faire le pisé. La meilleure est la terre franche, un peu graveleuse. Toutes les fois qu'avec une pioche, une bêche ou une charrue, on enlève des mottes de terre qu'il faut briser pour les désunir, cette terre est convenable pour faire du pisé. Les terres cultivées, les terres de jardin, les terres naturelles, formant des berges qui se soutiennent presque à plomb, ou avec peu de talus, peuvent être employées avec succès.

Pour faire du pisé, il faut écraser la terre et la faire passer par une claie moyenne pour en extraire les pierres qui excéderaient la grosseur d'une noix. Si la terre est trop sèche, on la mouille par aspersion, en la remuant à mesure avec une pelle pour l'humecter également. Il suffit qu'elle soit un peu humide, de manière qu'en en prenant une poignée elle puisse lorsqu'on la rejette conserver la forme qu'on lui a donnée en la pressant un peu dans la main.

Lorsque la terre est ainsi préparée, on la jette dans une espèce de moule ou encaissement mobile, où elle est battue par des ouvriers avec un pilon.

Ce moule mobile est formé 1° de deux tables en bois de sapin que les piseurs des environs de Lyon appellent *banches*, composées de planches solidement assemblées et fortifiées par des traverses et enfin munies de poignées, 2° de châssis pour soutenir les deux banches : ces banches ont ordinairement 3 mètres de longueur sur 0^m90 ou 1 mètre de hauteur. L'épaisseur du

mur donne l'écartement des deux banches, écartement qui est variable et arbitraire.

Le pisé doit être élevé sur un soubassement soit en pierre, soit en brique pour le préserver de l'humidité qui pourrait facilement le détériorer.

Les banches ajustées en place, on met entre elles une couche de terre d'environ 0^m 10 d'épaisseur qu'on étale avec les pieds; ensuite cette terre est massivée au moyen d'un pilon jusqu'à ce qu'elle soit réduite à peu près à la moitié de son épaisseur. On continue cette opération jusqu'à ce que l'encaissement soit rempli. La couche de terre doit être terminée par des plans inclinés à 60 degrés avec le niveau d'eau.

L'encaissement rempli, on le démonte et on le repose à la suite pour former un nouveau massif de même forme que le précédent, et qui se relie avec lui par un joint incliné à 60 degrés.

Quand une assise de pisé est faite, en procédant comme nous venons de le dire, on en commence une autre en s'y prenant de la même manière, mais en observant toutefois d'incliner les faces de joint à 60 degrés en sens inverse, en passant d'une assise à une autre et en faisant tomber les joints de l'assise supérieure sur le milieu de l'assise inférieure, comme on le pratique dans la construction de la brique et de la pierre de taille.

Pour construire l'angle droit d'un mur, il faut ajouter à l'extrémité où se trouve cet angle, une troisième banche, que l'on fixe solidement, cependant de manière à pouvoir être facilement démontée, une fois le moule mobile rempli. Il faut aussi que les assises d'angle soient montées en liaison, c'est-à-dire en faisant recouvrir l'assise faite dans une des deux directions de l'angle par celle qui se trouve dans la direction perpendiculaire ou d'équerre, en sorte d'obtenir un véritable enchevêtrement des assises successives aux angles.

Lorsque les murs de pisé sont terminés, il faut, avant de les recouvrir d'un enduit quelconque, les laisser bien sécher pendant quelque temps, en raison de la température du pays et de la saison où ils ont été faits. L'expérience a prouvé que dans un pays tempéré, comme le département du Rhône, par exemple, les murs en pisé de 0^m 48 à 0^m 55 d'épaisseur, achevés vers

le commencement de mai, étaient assez secs à la fin de septembre ou au commencement d'octobre, pour être recouverts d'enduits, et que ceux qui étaient achevés en juillet, et même en août, pouvaient encore être enduits avant l'hiver; enfin que, pour ceux terminés plus tard, il fallait attendre au moins six mois après l'achèvement de l'ouvrage. Il est inutile de dire que si ce terme arrivait dans un temps de gelée ou à une époque où elle serait encore à craindre, il faudrait différer. Il est encore convenable de ne pas construire les murs en pisé dans les temps humides et pluvieux.

Au lieu d'employer de la terre argileuse pour faire le pisé, on se sert dans les pays du nord et du centre de l'Europe, d'un mélange de chaux et de sable additionné soit de brique ou de tuileau pilé, soit de cendre de forge, de pouzzolane ou de ciment en petite quantité, le tout fortement pilonné dans des moules entièrement semblables à ceux du pisé ordinaire.

Voici quelques compositions de cette sorte de pisé qui sont données comme ayant parfaitement réussi.

Sable.	5 à 7 parties.
Terre cuite.	1 partie.
Chaux en pâte. . . .	1 id.

On obtient ainsi un pisé d'une prise assez prompte pour les cas ordinaires.

Lorsqu'on veut une prise plus rapide et une dureté plus grande, on emploie :

Sable.	5 ou 6 parties.
Terre cuite.	1 partie.
Chaux en pâte. . . .	1 id.
Ciment.	1/4 ou 1/3 de partie.

Tout le secret de cette fabrication, une fois le mélange convenablement composé et humecté, consiste dans le pilonnage, qui doit être aussi complet que possible.

Il n'est pas besoin de faire observer que l'on peut confectionner de cette façon des blocs de pierre factice d'une forme

parallélipipédique, qu'on maçonne ensuite comme les pierres de taille ordinaires (1).

Quand les murs de pisé sont bien construits, ils durent longtemps, témoins ceux d'Espagne élevés par Annibal et qu'on voyait encore avec étonnement deux siècles plus tard au dire de Pline l'ancien. Il paraît qu'à Marseille on se servait au dire de Vitruve, au lieu de tuiles, de pisé mêlé de paille, pour couvrir les maisons.

On fait aussi des voûtes en pisé.

Métaux.

On emploie plusieurs métaux dans la construction. Les plus usuels sont : le fer, le cuivre, le zinc, l'étain et le plomb.

Le fer joue surtout un grand rôle dans la construction. Toutefois, un habile constructeur sait en ménager l'emploi. Une trop grande quantité de fer n'ajoute pas toujours à la solidité des bâtiments; cette solidité est surtout obtenue par une combinaison judicieuse, des parties verticales de maçonnerie avec les chaînes horizontales en fer.

Le fer est extrait du minerai qui le produit, en le faisant d'abord griller et en mettant ensuite ce minerai dans des fourneaux pour le faire fondre. Après la fonte, le fer est coulé en barres plus ou moins grosses, et, à la suite d'une manutention particulière, on obtient le fer à forger. Le fer coulé en barres appelées gueuses est nommé *fer de fonte* ou *fer cru*. La masse principale du fer cru est du fer combiné avec différentes proportions de carbone. Le fer cru contient de deux à six pour cent de carbone; il est très-aigre, très-cassant et oppose une résistance extraordinaire au poids et à la pression. Le fer ductile du commerce se nomme fer en barres, de formes et de dimensions diverses. Le beau fer forgé a ordinairement une couleur gris clair, une cassure nerveuse et à pointes déliées; il est doué d'une ténacité considérable, mais qui varie beaucoup suivant le degré de pureté des différentes sortes de fer.

(1) *Guide pratique du constructeur*. — *Maçonnerie*, par A. Demanet; Paris, 1864, in-18°, p. 87.

Il faut toujours préférer les fers méplats plus d'épaisseur que de largeur aux fers carrés.

Les fers dont les surfaces ne sont que forgées sont moins susceptibles de s'oxyder que ceux qui sont limés; les scellements dans du plâtre s'oxydent beaucoup : ceux faits dans le mortier ne s'oxydent presque pas.

Une barre de fer forgé de 1^{m} 94904 de longueur s'allonge de $\frac{1}{1838}$ de sa longueur, depuis le terme de congélation jusqu'à celui de l'eau bouillante, c'est-à-dire pour 100 degrés centigrades ou $\frac{1}{147064}$ par degré, en supposant la dilatation proportionnelle.

Le fer s'emploie dans le bâtiment pour des chaînes, des tirants, des ancres, des étriers, des boulons, dans la serrurerie pour un grand nombre d'objets.

Le fer est laminé pour en faire de la tôle, du fer-blanc, etc.

Dans l'emploi du fer il faut surtout s'assurer de son grain, de sa texture : on y arrive en cassant un barreau, car les cassures anciennes n'éclairent pas sur la qualité du fer. Un œil exercé peut avant d'avoir vu le grain, savoir la qualité de ce métal. La meilleure manière, et aussi la plus simple, pour arriver à la connaissance de la qualité du fer, c'est de l'entamer avec un ciseau ou une lime en travers de la barre que l'on pose ensuite à faux, en l'appuyant sur deux soutiens distants l'un de l'autre, ou en l'appuyant simplement contre quelque objet stable. On frappe alors avec la partie d'un marteau formée en coin sur l'endroit limé ou entaillé. Dans le cas ou le barreau cède et plie, s'il faut le retourner plusieurs fois avant qu'il se rompe, c'est preuve que le fer est doux : s'il dégage beaucoup de calorique en se rompant, c'est un autre indice de sa bonne qualité. Enfin si le marteau marque les empreintes sur ce fer et semble le pétrir, on peut en conclure qu'il sera doux, à froid du moins. Le fer aigre se brise sur-le-champ, et ne produit pas de chaleur bien sensible à l'endroit de la cassure.

Le fer absorbe le gaz oxygène à la température la plus élevée, et décompose l'eau à l'aide de la chaleur rouge. Les trois centimètres cubes de fer de Berri pèsent 153 grammes 12 dé-

cigrammes. Les trente-trois centimètres cubes pèsent 243 kilogrammes 682 grammes, et forgé 283 kilogrammes 925 grammes. Sa pesanteur spécifique, sous la température moyenne, comparée à celle de l'eau prise pour l'unité, est de 7,783.

Le poids spécifique ou densité est un nombre proportionnel qui exprime combien de fois plus ou moins un corps pèse qu'un volume d'eau égal au volume de ce corps. On prend pour unité un kilogramme ou mille grammes, poids dans le vide d'un décimètre (dixième de mètre) cube d'eau distillée à la température de 4 degrés centigrades.

Par exemple, si une sphère en verre massive pèse cinq fois autant qu'une sphère massive en bois, le poids spécifique du verre au bois serait comme 5 à 1.

Si un mètre cube d'eau pèse 1,000 kilogrammes et un mètre cube de chaux 800 kilogrammes, le poids spécifique de l'eau sera au poids spécifique de la chaux comme 1,000 à 800 ou 10 à 8. On admet d'habitude l'eau comme unité = 1, le poids spécifique de la chaux vive sortant du four = 0,88.

Le *cuivre* est d'un usage beaucoup plus restreint que le fer. Il est employé dans la serrurerie.

Le cuivre est d'une couleur rouge jaunâtre particulière et très-brillant; sa saveur est astringente et nauséabonde; lorsqu'il a été tenu et frotté pendant quelque temps dans les mains, celles-ci acquièrent une odeur désagréable particulière. Le cuivre est extrêmement ductile; il se laisse marteler et laminer à froid, et plus il est pur plus aussi est il malléable; mais il est moins dur et moins dense que le fer.

Le cuivre fond dès qu'il est chauffé à blanc; le cuivre fondu donne une masse poreuse avec soufflures. De là des inconvénients dans l'emploi de la fonte de cuivre. Dans quelques pays du nord de l'Europe, on se sert de la tôle de cuivre pour couvertures, gouttières et tuyaux de descente, à cause de sa longue durée et la facilité avec laquelle on la travaille. Le cuivre étant exposé à l'air, sa surface se ternit par degrés, se recouvre d'une croûte verdâtre d'un bel effet (oxyde amené par l'acide carbonique de l'atmosphère). Cette croûte est très-compacte et abrite le métal qu'elle recouvre de toute transfor-

mation postérieure. Allié au zinc, le cuivre forme le *laiton*. Le cuivre n'est altéré par l'eau qu'avec le concours de l'air; la surface en contact avec l'eau se recouvre alors d'une croûte verte connue sous le nom de vert-de-gris, ou sous-acétate de cuivre impur, composé d'acide acétique, de peroxyde de cuivre, d'eau et d'impuretés. Son poids spécifique est 8,87 lorsqu'il est écroui. Le cuivre vient principalement de Sibérie et de l'Amérique septentrionale.

Le *zinc* est un métal de couleur bleue-blanchâtre; il est brillant, cassant et peut cependant être laminé pour en faire de la tôle. Le zinc ne s'oxyde pas à l'air, mais promptement au contact du plâtre. Il est employé pour couvertures et gouttières. On peut s'en servir sans l'enduire de peinture. L'humidité le couvre d'une croûte d'acide carbonique (oxyde de zinc), qui le préserve. On s'en sert pour faire des ornements pour l'extérieur des maisons.

Lorsqu'on frotte le zinc pendant quelque temps entre les doigts, il les noircit en leur communiquant un goût particulier, et il émet une odeur sensible. Chauffé à environ 100 degrés centigrades, il devient très-malléable. Le zinc fond à la température de 360 degrés centigrades, et si on augmente la chaleur, il s'évapore; il se ternit promptement à l'air, mais il y éprouve à peine d'autre changement. Lorsqu'on le garde sous l'eau, sa surface se noircit aussitôt; l'eau est lentement décomposée; il y a émission de gaz hydrogène et combinaison d'oxygène avec le métal.

La plupart des acides attaquent le zinc et le dissolvent. Il ne faut pas l'employer pour des couvertures exposées à des vapeurs humides qui feraient agir le tannin du bois sur la tôle de zinc.

L'*étain* est un métal ductile, d'un gris blanc, employé pour l'étamage du fer, la soudure du zinc et du plomb. La tôle de fer étamée était employée pour les gouttières anciennement.

Le *plomb* a une couleur d'un bleu grisâtre qui est très-brillante. Ce métal est mou, ductile, résistant, déteint et s'oxyde

difficilement. Le plomb laminé sert dans la couverture, et dans la maçonnerie pour scellement de fers divers. On l'emploie aussi pour tuyaux d'eau et de gaz.

Nous ne devons point omettre de parler ici d'une matière essentielle dans le bâtiment; il s'agit *du verre*, qui est un mélange liquéfié de silex et de plusieurs oxydes métalliques. Son usage est généralement connu et apprécié. On en distingue plusieurs qualités.

Bois.

Le *bois de construction*, tiré en général de la partie ligneuse des troncs d'arbre, est employé à des usages très-divers dans la construction. On distingue dans le tronc des arbres :

1° Le *bois*, composé d'une masse de fibres compactes qui résultent du serrement progressif des filaments de l'aubier.

2° l'*aubier*, situé entre l'écorce et le bois, avec lequel il s'identifie par l'effet de la végétation; c'est un bois tendre et imparfait, attaqué par les vers.

3° l'*écorce*, substance molle, remplie de gerçures; elle est formée du *liber* ou *livret*, qui est sa partie intérieure, et de l'*épiderme*, qui est son enveloppe extérieure.

Le bois se tire des arbres qui perdent leurs feuilles en automne aussi bien que des arbres verts à feuilles aciculaires. Le temps le plus convenable pour la coupe des bois est depuis le mois d'octobre jusqu'au mois de février.

Bois divers.

Le *bois de chêne* est d'une grande importance dans la construction, parce que, employé pour soutenir ou pour porter, il est de tous les bois le plus propre à cet effet, et, de plus, d'une durée plus longue que tous les autres bois. Le chêne résiste à l'alternance de l'humidité et de la sécheresse; il se conserve parfaitement dans l'eau, où il prend une couleur noire, qui le fait ressembler à l'ébène. Dans l'eau, le chêne peut être employé vert; mais il n'en est point de même quand il doit être employé au-dessus du sol ou à l'air. Dans le dernier cas, il doit

avoir plusieurs années de coupe; il faut éviter de l'employer pour des assemblages avant qu'il ne soit bien sec, autrement il se tourmente, se déjette et se rapetisse.

Le bois de chêne *robur* est fort dur, liant et difficile à travailler. Il ne faut l'employer que pour les ouvrages rustiques, qui ne demandent que de la solidité. Sa couleur est d'un rouge brun clair.

Le *quercus* est le chêne proprement dit; il croît plus haut que le *robur;* son bois, quoique très-dur, est moins rustique et se travaille plus facilement; sa couleur brune-rougeâtre tire sur le jaune. C'est le chêne qui convient le mieux pour les grandes pièces de charpente, telles que les poutres. Il se fend plus facilement que le robur.

Le *cerrus* est une espèce particulière de chêne qui croît surtout en Italie. Il s'élève haut et fort droit; son bois ressemble à celui du liége, mais il est moins dur. Comme celui du robur, son bois peut être parfaitement fendu.

Le chêne *ægilops*, arbre court à tronc régulièrement circulaire, a un bois très-compacte et dur, plus serré que le bois du robur et, comme celui-ci, sec et cassant.

Le bois du *hêtre* est plein et dur, propre à la charpente, à la menuiserie et à une infinité d'ouvrages, mais il est sujet à être piqué des vers; pour l'en garantir il faut le faire tremper quelque temps dans l'eau et l'exposer ensuite à la fumée. Lorsqu'il est bien sec, il est plus sujet à se fendre et à se rompre que le chêne. On ne doit donc l'employer pour les grosses charpentes qu'à défaut d'autres bois ou de bois meilleur.

L'*aulne* a un bois d'une texture fine et serrée, d'une belle couleur, et qui se travaille bien; il se conserve longtemps dans l'eau, où il se durcit. Il est excellent pour les pilotis et pour les autres constructions analogues.

Le bois de l'*orme* est plein, ferme et liant, difficile à travailler et sujet à se tourmenter. Peu convenable à la charpente, on s'en sert pour les corps de pompe et pour le charronnage.

Le *charme* donne un bois d'un blanc grisâtre, tirant un peu sur le jaune : ce bois est très-dur et compacte, et ne peut servir à la charpente ni à la menuiserie. Il n'est bon que pour le charronnage et les ouvrages du tour.

Les différentes espèces de peupliers, *noirs*, *blancs*, *trembles*, *argentés* et d'*Italie*, s'emploient dans la construction des bâtiments. Le peuplier de Lombardie, dont le bois est le plus dur et le plus droit, est propre à la charpente ; les autres espèces de peupliers, dont le bois est également léger, tendre et facile à travailler, se débitent en planches et en voliges. La volige fixée sur les chevrons sert à clouer l'ardoise ou le zinc.

Table de la pesanteur spécifique du mètre cube de 21 espèces de bois, comparé au mètre cube d'eau pesant 1,000 kilogr.

Cœur de chêne	1170 kilogr.
Chêne vert	993
Chêne commun	934
Frêne	760
Charme commun	752
Pin du nord	745
Platane	728
Hêtre	696
Tilleul	687
Sapin	660
Noyer	655
Châtaignier	652
Aulne commun	608
Marronnier d'Inde	606
Peuplier blanc	588
Orme	553
Mélèze	543
Peuplier noir	462
Peuplier de la Caroline	450
Saule	421
Peuplier d'Italie	378

D'après cette table, il sera facile de trouver le poids d'une pièce de bois d'un équarrissage donné, sans la peser. Il suffira d'en chercher le cube et de multiplier ce cube par le nombre correspondant du bois dans la table. Supposons une pièce de frêne de 4 mètres de longueur sur 28 centimètres de largeur

et 21 centimètres de hauteur; son volume sera désigné par 4 multiplié par 28 multiplié par 21, ce qui donnera en nombre rond 23 centimètres. Multipliez ces 23 centimètres par le nombre 760 de la table, nombre qui correspond au frêne, et vous trouverez 174 kilogrammes 80 centièmes.

Les arbres verts à feuilles aciculaires, ou semblables à des aiguilles, fournissent un bois résineux; la texture de ce bois est moins dense et moins uniforme que celle du chêne. Ce bois est en général peu flexible et sujet à se fendre.

Le *pin des bois* (*pinus sylvestris*) vient de la Russie, de la Suède, de la Norvége et du Danemark. Son bois est ou bien rouge ou bien jaunâtre; le rouge vient principalement de Riga. Il est importé en France en troncs bruts et surtout en madriers, dont on fait des planches pour la menuiserie. Le bois jaune de cet arbre vient de Suède. Quand ces arbres sont encore jeunes, la couleur du bois est jaune et l'aubier blanc; lorsqu'ils sont âgés, les cercles qui indiquent la pousse des années sont rouge vif et l'aubier est jaune. Le bois est très-résineux.

Le *mélèze* (*pinus larix*) est, comme le pin des bois, résineux. Son bois est presque blanc; mais lorsqu'il est exposé à l'air, il a l'inconvénient de se noircir au bout de quelques années. Cet arbre perd sa verdure en hiver; il croit souvent jusqu'à une élévation de 30 mètres, surtout dans un bon terrain; son bois, de couleur brunâtre, quelquefois jaune rouge quand il est vieux, est élastique, tenace et serré. On peut employer ce bois pour des poutres de longue portée; et comme il renferme beaucoup de résine, il peut même être employé aux charpentes de rez-de-chaussée, tant planchers que pans de bois, car les variétés du chaud et du froid, de la sécheresse et de l'humidité, ne lui portent aucun préjudice.

Le *sapin* (*pinus abies*), qui croît dans les Alpes, dans les Pyrénées et dans les Vosges, est un arbre svelte et à tige droite, ses branches diminuent de bas en haut et forment de cet arbre une sorte de pyramide, assez régulière. Son grain est fin et ses fibres très-flexibles. Comme le bois en est peu résineux, il ne peut pas être employé à proximité du sol et ne doit servir que dans les intérieurs. Il y a des sapins rouges et blancs. Dans les pays où ils sont abondants, on emploie les sapins

blancs pour en faire des découpures, des ornements, comme aux chalets suisses, par exemple. Le sapin peut servir de petites poutres, pour des solives et des planchers. Quand le sapin est chargé verticalement, il est d'un cinquième plus fort que le chêne.

Le pin *picea,* ou Pesse, est un arbre vert dont les feuilles sont pointues, courtes, étroites, roides et plus vertes que celles du sapin; elles sont rangées autour d'un filet commun, de manière à former ensemble un rameau arrondi, hérissé de brins, à l'extrémité des branches. Son bois, plus lourd et plus serré que celui du sapin vulgaire, est aussi plus résineux et d'une couleur rouge jaunâtre. Il se conserve dans l'eau, mais se gâte s'il est soumis à la variation de l'humidité à la sécheresse. Pour les ouvrages intérieurs, le bois de ce pin est préférable à celui du sapin commun.

Les bois peuvent être secs, mais au printemps et en automne ils font toujours un certain effet; ils se dilatent ou se rétrécissent. L'auteur de ce livre a du bois de chêne scié depuis trente ans en planches, et qui provient de la charpente d'une cathédrale de France, charpente qui, par son système, indiquait qu'elle était de la fin du treizième siècle. Ce bois de chêne est certainement très-sec, puisqu'il a été exposé pendant trente ans à la chaleur sous le comble d'une maison de campagne : il est cependant sujet à des craquements au mois d'avril et au mois d'octobre.

Quoique la fibre ligneuse du bois soit plus pesante que l'eau, celle même des bois les plus légers, la plupart des bois sont cependant plus légers que l'eau. Au moment de son abattage tout bois est plus pesant que lorsqu'il est resté un certain temps à l'air ou qu'il est séché artificiellement. Le poids spécifique de la plupart des bois du centre de l'Europe, et séchés à l'air, est 0,6 à 0,8, peu d'espèces exceptées. Quant à la détermination de la pesanteur réelle et effective du bois, elle est très-flottante, car elle dépend de son degré d'aquosité, de l'époque de l'abattage, de l'âge, du sol, etc., de l'arbre. Le bois pesant est ordinairement dur.

L'expérience enseigne que le bois qui reste constamment dans l'eau tend plutôt à se durcir qu'à s'attendrir, d'où il

suit que dans la construction toutes espèces de bois peuvent être employées dans l'eau. Il n'y aurait qu'une exception à faire, et ce serait dans le cas où l'eau serait en communication avec des sources acidifères. Rien toutefois n'est plus préjudiciable au bois que l'alternance de l'humidité avec la sécheresse.

Si l'on expose au soleil du bois récemment abattu, il sèche, il diminue, s'amoindrit, sa circonférence se rapetisse; et si ce même bois reçoit ensuite de l'humidité, par la pluie par exemple, sa circonférence sera de nouveau altérée, elle se développera et le bois gonflera.

L'amoindrissement du bois provient de la disparition des parties aqueuses de la séve. La mesure de la séve et de l'eau du bois récemment abattu diffèrent selon l'espèce de l'arbre, selon son âge et selon l'époque de l'abattage. Les arbres sont généralement haut montés en séve au printemps. Le charme contient environ 20 p. 100 d'eau, le chêne 35 p. 100, le sapin 37 p. 100, le pin 45 p. 100, et le saule même jusqu'à 60 p. 100. Quand le bois est resté exposé à l'air et refendu, il ne contient tout au plus que 20 à 25 p. 100 d'eau; c'est ce qu'on nomme la dessiccation naturelle. La quantité aqueuse que contient le bois ne descend au-dessous de 10 p. 100 que lorsque le bois est refendu en petites parties minces et soumis à la dessiccation artificielle.

En se desséchant le bois se resserre : cet effet peut être la cause d'une dislocation des liaisons ligneuses (charpente), et d'une dislocation d'autant plus préjudiciable si elle amène en même temps le bois à se coffiner, se déjeter et se fendre. De semblables inconvénients résultent aussi du gonflement du bois. Il est donc important de prendre en considération les causes des inconvénients que nous venons de signaler, de les annuler et d'anéantir leurs résultats.

Le rapetissement et le gonflement du bois proviennent de la grande quantité d'eau que contient le bois tant qu'il est sur pied; ils proviennent encore de ce que certains principes de la séve, quand même le bois a subi une dessiccation, conservent la propriété d'attirer de nouveau l'humidité du voisinage.

On se sert donc pour obvier à ces inconvénients, ou pour diminuer au moins leurs mauvais résultats, de certains moyens, qui consistent :

1° Dans l'abattage des arbres dans la saison où ils ont le moins de séve, c'est-à-dire à la fin de l'automne ou au commencement de l'hiver;

2° A débiter de suite le plus tôt possible l'arbre abattu dans les plus petits échantillons qu'on veut obtenir, afin de hâter leur dessiccation, que l'écorce retarde toujours;

3° A chasser les parties hygroscopiques ou humides de la séve;

4° Ou à les métamorphoser de telle sorte qu'elles ne conservent plus la propriété de pomper l'eau, ce qui s'opère en y introduisant d'autres substances.

L'abattage des arbres se fait en les entaillant avec une cognée pour les faire tomber ou bien en coupant leurs racines pour les enlever en les faisant pivoter, ou bien enfin en les déracinant. Quand on se sert de la cognée, on entaille l'arbre du côté où il doit tomber; l'entaille doit aboutir jusqu'au milieu du tronc. Ensuite on pratique du côté opposé une autre entaille, plus élevée que la première d'environ huit à neuf centimètres. L'arbre tombe d'ordinaire quand la seconde entaille a pour profondeur le tiers du tronc.

L'abattage se fait aussi en sciant les arbres par le pied. On scie d'abord d'un côté et ensuite de l'autre un peu plus haut, et dans ce second trait de scie on introduit des coins à mesure que le trait devient plus profond, afin de faciliter l'action de la scie et d'accélérer la chute de l'arbre. On peut, si l'on veut, diriger cette dernière au moyen de cordages dans la direction demandée. Quand on abat des arbres sur le penchant d'une montagne, il convient de les faire tomber en remontant et il ne faut jamais abattre d'arbres pendant de grands vents, parce qu'alors l'arbre tombe plus tôt qu'il ne doit et est susceptible de se fendre.

Les arbres abattus sont écimés : on en retranche la cime pour ne laisser au tronc que le bois destiné à la charpente. On doit éviter de renverser les arbres sur de grosses branches susceptibles d'êtres équarries, de peur qu'elles ne se brisent par le choc qu'elles éprouvent en tombant : et si la situation de l'arbre ne permettait pas de tenir compte de cette observation, il serait prudent de détacher les branches avant de provoquer la chute du tronc.

Quand on a écimé et ébranché l'arbre, on le taille régulièrement à quatre faces sur sa longueur : c'est ce qui s'appelle l'équarrir. Ensuite, comme plus les pièces sont petites, plus aussi la dessiccation a lieu promptement, il s'ensuit qu'il faut faire débiter le bois le plus tôt possible de la grosseur de l'échantillon ou des échantillons dont on a besoin. Mais comme ordinairement les divers échantillons ont diverses mesures, il y a différentes manières aussi de procéder à la dessiccation. Les troncs non équarris sèchent plus vite dans leur aubier que dans leur noyau ; et comme l'aubier se retire plus que le bois, il se fait à la surface des gerçures longitudinales, tandis qu'aux extrémités se forment des fentes, dans la direction de rayons et qu'on aperçoit dans la coupe transversale du tronc. On peut empêcher ces fentes en collant du papier sur les extrémités, ou en les enduisant d'huile ou de glaise. Quant aux gerçures longitudinales, on peut les empêcher de se produire en ne les écorçant pas trop promptement, afin de ne pas précipiter la dessiccation. Pour que cette dernière se produise uniformément, on ne doit pas laisser le bois sur la terre, mais le placer sur des couchis en le laissant exposé à toutes les variations de l'atmosphère et disposé de manière à ce que des courants d'air s'établissent autour de lui avec la plus grande facilité. Il est convenable aussi de le changer de place et de le retourner souvent.

Les bois débités sont empilés, on les sépare les uns des autres au moyen de cales. Plus la différence entre l'épaisseur et la largeur des bois est grande, moins aussi a lieu une dessiccation uniforme. C'est pour cette raison qu'il faut faire sécher lentement et à l'ombre les madriers et les planches et les changer de position.

On n'emploie pas ou on n'emploie que rarement les moyens artificiels pour la dessiccation des bois de construction. Nous serons donc très-abrégé à ce sujet. On sèche le bois dans des emplacements chauffés à cet effet, ou bien on introduit dans des appareils en fer où sont placés les bois, de la vapeur chauffée à 125, au plus à 175 degrés centigrades. Cette vapeur enlève aux bois leur humidité, ainsi que le ferait une atmosphère chaude et sèche.

Quant aux moyens d'enlever ce qui constitue la séve, on se

sert de procédés mécaniques, comme pression atmosphérique, extraction des sels alcalins par l'eau ou la vapeur. Le premier procédé est très-restreint : quant au second, il est également long et difficile, parce qu'il consiste à placer un tronc d'arbre nouvellement abattu dans un réservoir dans lequel on conduit de l'air froid ou chaud : cet air chasse la séve aux deux extrémités tranversales et opère une dessiccation, seulement praticable si on se trouve à proximité d'une pompe à feu; alors aussi la chaleur de l'eau doit être élevée à 30 degrés environ. Quoique cette sorte de dessiccation passe pour être très-active et qu'on arrive à expulser un poids de séve égal au tiers ou à la moitié du poids du tronc, elle présente cependant trop de difficultés pour être souvent pratiquée. Le moyen le plus usuel et le plus simple pour enlever la séve du bois, c'est de le faire flotter dans une *eau courante;* alors les divers fluides qui constituent la séve sont dissous peu à peu et lavés par le courant. Mais plus le bois a d'épaisseur, plus aussi ce procédé prend de temps. Avant la flottaison, il est donc préférable de lui donner les dimensions voulues pour le mettre en œuvre. Les bois d'un puissant équarrissage demandent à rester plusieurs années dans l'eau, quoique quelques mois d'été donnent déjà un résultat très-sensible. L'eau chaude, ou plutôt l'eau bouillante fait aboutir au même but, mais elle ne peut être employée que pour de très-petites dimensions.

Comme la séve et les sels ne peuvent être entièrement expulsés du bois par les moyens dont nous venons de parler, que, de plus, les fibres qui le composent conservent toujours l'inconvénient d'attirer l'humidité, il faut pour y obvier enduire le bois de matières impénétrables à l'eau, dont nous parlerons plus loin. Disons toutefois de suite que cet enduit ne doit jamais être employé avant que le bois ne soit presque entièrement sec à l'intérieur, autrement, il pourrirait.

La séve ne cause pas seulement l'amoindrissement et le gonflement du bois, elle amène encore sa pourriture, car elle provoque sans cesse l'humidité extérieure; ensuite la chaleur la fait fermenter et se corrompre, action à laquelle doivent nécessairement participer les fibres du bois. Selon le plus ou le moins d'humidité active, on pourrait classer la pourri-

ture en pourriture humide et en pourriture sèche. La dernière est une épidémie végétale, contre laquelle tous les préservatifs sont impuissants. La manifestation de la pourriture du bois est accompagnée de la croissance de champignons : comme ils se nourrissent des substances et fluides du bois, il est aisé de comprendre combien ils en accélèrent la destruction. Le champignon fait son apparition sur le bois par des taches blanches, qui le recouvrent à la fin comme une peau blanchâtre, d'une odeur désagréable. Cette peau, à peine de quelques millimètres d'épaisseur, ressemble au liége en croissant; elle atteint quelquefois plusieurs centimètres d'épaisseur, et finit enfin par couvrir comme une masse l'entière superficie du bois. Les très-fines racines de ces champignons pénètrent profondément dans l'épaisseur du bois, et là aussi on aperçoit des points blancs, des champignons qui se sont logés dans les pores du bois. Cette sorte d'acotylédones exhalent une odeur désagréable, malsaine et de corruption; ils infectent le bois sain du voisinage et couvrent même quelquefois la pierre, le mortier, etc.

Ce dangereux champignon, qu'on pourrait appeler *domestique*, naît dans les endroits où le bois se consume, est en voie de se pourrir, où la lumière ne pénètre pas, où, enfin, l'air ne se renouvelle pas.

La manière la plus simple de se préserver de ce champignon est donc d'éviter l'emploi du bois dans des lieux où il pourrait être atteint de la corruption par le manque de *lumière et d'air*. Car depuis l'invention ou la découverte de la photographie, on sait quelle est l'action de la lumière sur les objets qu'elle frappe. Si l'on était absolument forcé par la nécessité d'employer le bois dans des conditions où il pourrait s'altérer, comme nous venons de le dire, on devra se servir de bois bien sain, ayant atteint sa maturité et surtout bien sec : en second lieu, on fera en sorte d'en éloigner tout accès d'humidité, et dans le cas où on ne le pourrait, il faudrait au moins aviser à laisser pénétrer la lumière dans la place où le bois sera employé, et l'exposer de manière à subir de la ventilation. C'est ce qu'on néglige beaucoup trop en France.

Cependant il y a des cas où l'on ne peut tenir compte des précautions que nous venons de recommander. Alors il faut

choisir et préserver le bois en conséquence, et le mettre à l'abri des inconvénients dont nous avons parlé précédemment. En eux-mêmes, les bois de chêne, d'orme, de mélèze, de pin et de sapin, se pourrissent moins vite que les bois de frêne, du hêtre, d'aune, de bouleau ou même que les bois de peuplier et de saule. Le moyen le plus facile d'empêcher la pénétration de l'humidité extérieure dans le bois, c'est d'employer des enduits qui lui résistent : il s'agit d'enduire le bois de couches de goudron, de peinture à l'huile et appliquées sur le bois quand il est sec. Ensuite on peut encore empêcher pour un long espace de temps les effets destructeurs de l'humidité en passant au feu la surface ou l'extrémité qui doivent être cachées ou enterrées, jusqu'à ce qu'elles soient charbonnées.

Depuis l'établissement des chemins de fer, on a fait de nombreux essais pour découvrir le moyen de préserver le bois de la pourriture. On l'imprègne de matières empyreumatiques, qui agissent contre la corruption, tels que créosote, acide pyroligneux, goudron, etc. On a encore essayé l'instillation des solutions de divers sels : de deux sels, par exemple, qu'on présumait devoir se décomposer réciproquement et former dans le bois de nouveaux précipités, indissolubles dans l'eau.

Parmi les liquides qui ont été employés jusqu'à présent pour l'imprégnation des bois afin de paralyser en partie l'effet des substances corruptrices et d'introduire dans les pores du bois des matières susceptibles d'empêcher la pourriture, on connaît les suivants :

Le sulfate de fer (acide sulfurique et fer) dissous dans l'eau;
Le sulfate de cuivre (acide sulfurique et cuivre) dissous dans l'eau;
Chlorhydrate de zinc dissous dans l'eau;
Solution de sel marin ordinaire.
Eau mère de sel.

Le choix de ces matières dépend de la nature et de la qualité du bois, ainsi que de la manière de l'employer. D'après les expériences actuelles, il est assez difficile de recommander lequel des liquides énoncés doit être préféré à l'autre dans la conservation des bois.

On a employé cependant alternativement le sulfate de cuivre et l'acide chlorhydrique de zinc pour les traverses des voies ferrées.

L'acide chlorhydrique de zinc a sur tous les sels métalliques l'avantage du bon marché; il n'altère point non plus la couleur d'aucun des bois de sapin; il prend la couleur à l'huile et n'empêche point l'action de la colle-forte.

Le sulfate de cuivre rend le bois incapable de recevoir la couleur à l'huile, car au bout d'un certain temps cette couleur s'écaille et se détache.

Quant à l'acide chlorhydrique de zinc, voici comment on doit le préparer : on casse les plaques de zinc en petits morceaux, on les place dans les pots de terre, et on y verse de l'acide muriatique; l'ébullition produit, au moyen de l'acide muriatique, de l'oxyde de zinc. On laisse reposer la solution plusieurs jours, au moins quarante-huit heures, afin d'y conserver le moins possible d'acide superflu. Après cet espace de temps, la solution, préparée pendant un temps sec et chaud, atteint 56 à 58° Baumé, mais dans un temps humide et froid elle n'arrivera qu'à 52°. Au moyen d'un bain de sable chaud, on peut arriver également à la première température désignée. Trois parties pesantes d'acide muriatique suffisent pour dissoudre une partie de zinc. Il est toutefois convenable d'avoir une plus grande quantité de zinc quand on fait la manipulation, afin d'empêcher une surabondance d'acide muriatique.

Les solutions du sulfate de cuivre sont employées de 2 1/2 à 4 degrés Baumé : elles se composent de 500 grammes de sulfate de cuivre et 12 kil. 500 d'eau, ce qui donne une solution de 2 1/2 degrés Baumé.

Les solutions de sulfate de fer se font à 6 degrés Baumé, avec 500 grammes de sulfate et 9 kilogrammes d'eau.

Il nous reste encore à parler ici d'une cause fréquente de l'altération des bois, et qui n'est pas une des moins dangereuses; il s'agit des vers. On sait que des larves de plusieurs espèces et surtout le *ptinus* attaquent la charpente; et le ver produit par ce dernier insecte est surtout pernicieux, parce qu'il laboure le bois en y faisant des trous longitudinaux, c'est-à-dire en suivant la direction des fibres et des petits canaux conte-

nant la séve. La larve de ce petit scarabée établit de petites galeries parallèles dans la longueur du bois, séparées à peine les unes des autres par de petites cloisons fort minces. Cet insecte s'attaque surtout aux vieux bois réduits à un état mou par une cause quelconque, ou bien aux bois avec aubier.

Une longue expérience a prouvé que les vers attaquent les bois qui ont été abattus pendant l'été au moment de la plus grande activité de la séve et surtout si ces bois sont mis en œuvre trop tôt, sans qu'on leur ait laissé le temps de se sécher convenablement. On évite les vers en écorçant les bois avant de les abattre : on précipite la maturité de l'aubier, c'est-à-dire qu'on accélère sa conversion en bois. Le meilleur moyen d'éviter le ver, c'est dans tous les cas de n'employer que le *cœur des arbres*. Tout bois séché à une chaleur de 100 à 125 degrés centigrades n'est que très-rarement attaqué des vers. Il y a aussi tout lieu d'admettre que les bois imprégnés des matières dont nous avons parlé plus haut sont à l'abri de la funeste action des vers.

S'il s'agit de préserver de vapeurs ou d'émanations humides des charpentes apparentes d'intérieur, nous conseillons l'emploi d'une espèce de peinture très en usage en Suède. Cette peinture peut même être appliquée à l'extérieur sur des pièces de charpente exposées à l'air; elle se compose des ingrédients suivants:

Un kilog. 500 grammes de colophane dissous par la chaleur dans 10 kilog. d'huile de baleine.

Cinq kilog. de farine de seigle pétris en pâte dans 15 kilog. d'eau froide.

Deux kilogrammes de chlorate de zinc dissous dans 45 kilog. d'eau chaude.

La pâte farineuse est mêlée à la solution de chlorate de zinc et bien mariée avec elle; ensuite quand le mélange est terminé on y ajoute la solution de la colophane et d'huile de baleine. Enfin, on pétrit le tout pour en faire une masse d'égale épaisseur. On prétend encore en Suède que cette peinture, à laquelle on peut ajouter du carbonate de fer, de l'ocre ou de la terre d'ombre ou enfin toute autre couleur terreuse, préserve le bois également de l'humidité et de l'action du ver.

La chaux.

La chaux pure, ou le calcium, passe en chimie pour un oxyde métallique, ayant de très-fortes propriétés alcalines. La chaux est caustique et change en vert les bleus végétaux. Elle est très-difficile à fusionner, mais contribue puissamment à fusionner d'autres corps terreux. A une température ordinaire, l'eau pure peut dissoudre $\frac{1}{772}$ de son propre poids de chaux; mais l'eau bouillante en dissout une plus petite quantité. Sa pure base métallique ne se trouve jamais naturellement, ni son protoxyde, la chaux pure. Si l'on exposait la chaux pure pendant un temps très-court même, elle absorberait l'eau et l'acide carbonique de l'atmosphère. On la trouve donc dans un état de carbonate et sous-carbonate de chaux, dans lequel elle est contenue à un degré considérable. La chaux vendue dans le commerce est obtenue par la calcination de ces carbonates, opération qui consiste à enlever par la chaleur l'acide carbonique qu'elle contient naturellement.

Les minéraux qui contiennent le carbonate de chaux, et qui sont désignés sous le nom générique de pierres calcaires, sont de natures très-diverses. Ils sont le plus habituellement composés de carbonate de chaux, de magnésie, d'oxyde de fer, de manganèse, de silicate et d'alumine, combinés dans des proportions qui varient; on les trouve aussi avec un mélange d'argile, soit bitumineux ou non, de sable quartzeux et d'une quantité d'autres matières. Le nom de calcaire est surtout donné à ceux des composés que nous venons de nommer qui contiennent au moins la moitié de leur poids de carbonate de chaux. En minéralogie on distingue les divisions par les dénominations d'argileuse, de manganèse, de sablonneuse, de ferrugineuse, de bitumineuse, etc. Ces subdivisions elles-mêmes sont souvent caractérisées à leur tour par la variété de leur forme et de leur contexture et désignées sous le nom de lamellaires, saccharoïdes, granulaires, compactes, oolitiques, crayeuses, pulvérulentes, pseudomorphiques, coagulées, etc., etc.

Cette nomenclature est importante, car chaque espèce de pierre calcaire produit une chaux de qualité différente, diverse

de couleur et de poids, qui absorbe l'eau avec plus ou moins d'avidité; de la nature de la pierre dépend encore le degré de dureté que la chaux acquiert dans le mortier où elle est employée. Toutefois la nature physique et mécanique de la pierre n'est en aucune manière un guide sûr pour arriver à la connaissance de la bonne ou mauvaise qualité de la chaux qu'elle peut fournir. L'analyse chimique d'un petit échantillon ou d'une petite portion de chaux donne fréquemment un résultat très-différent de celui obtenu dans la pratique. Donc l'expérience devra seule être le guide du constructeur.

Le carbonate de chaux se trouve dans presque toutes les formations géologiques; mais il est rare de le rencontrer dans les formations primitives. Il est plus abondant dans les roches de transition, et il constitue la plus grande masse des formations secondaires et tertiaires. On l'utilise à un haut degré de développement, soit pour en extraire des pierres à bâtir, soit pour le calciner pour en faire de la chaux. Les roches calcaires des formations primitives ainsi que les séries de transition primitives fournissent la plus grande quantité des pierres travaillées sous le nom de marbres. Les roches calcaires secondaires et tertiaires contiennent le carbonate de chaux avec des mélanges d'argile et d'autres matières qui les rendent susceptibles de fournir de la chaux.

A la suite d'une cuisson ou calcination suffisante pour en dégager le gaz acide carbonique, la pierre à chaux a considérablement perdu de son poids, et ce qui en reste a la propriété d'absorber l'eau soit en dégageant de la chaleur ou non. Alors aussi elle se fend, et tombe en morceaux au contact de l'eau, ou bien quand on entreprend ce qu'on nomme son extinction, et qu'elle passe à l'état de *chaux hydratée*.

Les principaux caractères de l'hydrate de chaux, c'est qu'il est blanc et pulvérulent, et beaucoup moins caustique que la chaux vive. Quand il est exposé au feu ou seulement à la friction, il se dégage facilement de ses parties aqueuses; mais il demande un haut degré de chaleur pour dégager toutes les parties d'eau qui sont entrées dans sa composition. Toutefois il existe encore aujord'hui une grande incertitude sur l'action chimique des hydrates. Généralement parlant, ils passent pour

ne point absorber l'oxygène : certains chimistes le nient, d'autres l'affirment.

La proportion de sable à employer dans le mortier varie, comme on peut le penser, selon la nature de la chaux et selon la qualité elle-même du sable. A un certain degré, si les chaux ne gagnent pas au mélange avec le sable, au moins leur effet n'en est-il point sensiblement diminué. Ainsi on trouve que quant à des natures de chaux riches la résistance est plutôt augmentée lorsque le sable y est mêlé dans le rapport de 50 à 240 pour 100 de la pâte mesurée en volume. Au delà de cette proportion la résistance diminue.

La résistance des chaux hydrauliques augmente si le sable y est mêlé dans une proportion de 50 à 180 pour 100 de la pâte. Si l'on augmentait ce rapport, la résistance décroîtrait.

Les meilleures chaux hydrauliques perdent leurs qualités quand elles restent longtemps exposées à l'air : il est donc convenable de ne les employer qu'au moment même de leur mélange avec le sable, afin d'assurer leur réduction complète en hydrate et leur amalgame parfait avec le sable. Toutefois, en tant qu'elles absorbent difficilement l'acide carbonique, ainsi que nous l'avons dit plus haut, les chaux riches, généreuses gagnent au contraire à être exposées un certain temps au contact de l'atmosphère.

Quelques-unes des expériences de M. Vicat prouvent que toutes les chaux perdent de leur force si elles sont préparées avec trop d'eau. Il est donc préférable d'humecter les matériaux à mettre en œuvre, d'employer un mortier épais, au lieu de se servir d'un mortier liquide comme les maçons ont souvent l'habitude de le faire. Le système du *fichage*, ou action d'introduire du mortier liquide dans les joints, est hypothétique quant à ses résultats; la chaux qui y est employée est presque détruite; l'introduction de la grande quantité d'eau dans le mortier ne vient qu'ajouter aux difficultés de ce qu'on nomme la *prise*, déjà opposées au mortier en place.

Il y a certaines conditions de l'état atmosphérique qui attaquent et nuisent à la bonté des mortiers, et sur l'action desquelles les meilleures autorités ne sont point d'accord. Par exemple, les mortiers faits en été sont moins bons que ceux

faits en hiver. Quelques auteurs supposent que ce fait résulte de la dessiccation trop rapide du mortier; M. Vicat assure même qu'ils perdent quatre cinquièmes de leur énergie s'ils sèchent avec trop de rapidité. En conséquence, il recommande que la maçonnerie faite pendant l'été dans les constructions de quelque importance soit arrosée afin de la préserver contre ce danger. Il est vraisemblable que les hydrates ne sont point dans les conditions favorables à l'absorption de l'acide carbonique s'ils sèchent trop rapidement, la présence de l'eau étant nécessaire pour combiner la chaux avec le carbone.

L'évaporation de l'eau de l'acide carbonique en solution est une condition essentielle de l'usage satisfaisant des chaux hydrauliques. Leur succès dépend, jusqu'à un certain point, de la manière modérée; lente et graduelle dont elles absorbent ce gaz dans l'atmosphère.

Comme la chaux réduite en pâte ne remplit que les creux des matériaux avec lesquels elle est mêlée, il y a nécessairement une diminution considérable de volume sur les matières respectives prises isolément. Le montant exact de cette diminution varie naturellement selon la chaux et le sable employés; mais on peut admettre en thèse générale qu'elle est environ les trois quarts de leurs volumes réunis. Pour déterminer ce fait par une formule convenable, si a est égal au volume de la chaux, b au volume du sable, alors a ajouté à b $(a + b)$ multiplié par 0,75 sera le volume du mortier qu'ils produiront.

L'emploi de tout mortier modifie aussi la proportion du sable qui doit y entrer. On doit donc employer moins de sable quand le mortier est employé sous terre, dans l'eau ou dans des lieux humides que lorsqu'il est exposé à l'air et à ses influences diverses.

Du mortier.

On appelle en général mortier une composition destinée à unir fortement les pierres et à faire corps avec elles, et qui, quoique employée molle, durcit ensuite et forme une matière pierreuse. Cette indispensable composition dans la

construction est formée de chaux et de sable mélangés au moyen d'eau. Pour des constructions peu importantes, comme hangars, murs d'enceinte, etc., on se sert quelquefois et dans certains pays, d'argile au lieu de chaux; mais cette dernière est toujours préférable dans tous les cas. Le mortier de chaux ne résiste que médiocrement à l'action du feu; car le feu calcine et décompose ou détruit la chaux qui est dans le mortier. Il faut donc, pour les bonnes constructions, maçonner les cheminées et leurs tuyaux en mortier de terre argileuse; mais pour tout le reste d'un bâtiment on doit employer du mortier de chaux quand la contrée en produit.

Il y a certaines espèces de chaux qui non-seulement ne se durcissent pas dans l'eau ou à l'humidité, mais qui se détériorent et font par conséquent des travaux vicieux. Il faut donc employer dans certains travaux du mortier qui résiste aux influences de l'eau et de l'humidité : nous en parlerons; car il y a de la chaux qui fait au contraire durcir le mortier dans l'eau.

Quant au mortier de terre argileuse, il ne résiste pas à une humidité médiocre et encore moins à l'action de l'eau. A l'exception de ce qui est nommé chaux hydraulique, qui durcit dans l'eau, l'air est indispensablement nécessaire à tous les mortiers de chaux, d'abord pour les sécher et pour ensuite les durcir.

La chaux est produite par la calcination du calcaire; cette calcination enlève l'acide carbonique et l'humidité de la pierre à chaux, et la substance qui reste ainsi purifiée par l'action ignée produit la chaux vive propre aux mortiers.

Il faut distinguer avec soin les variétés sous ce rapport : les calcaires les plus purs produisent ce qu'on appelle la *chaux grasse*, qui prend beaucoup d'eau à l'extinction, supporte une grande quantité de sable, et fournit par suite beaucoup de mortier; mais cette chaux est très-lente à durcir à l'air, n'y prend jamais même une grande consistance, et ne durcit pas dans les lieux humides.

Les calcaires mélangés de silicates alumineux, et principalement de silicates hydratés, produisent au contraire la *chaux maigre* ou la *chaux hydraulique*. Moins productive que la chaux

grasse, en ce qu'elle absorbe beaucoup moins d'eau et supporte peu le sable, elle a l'avantage immense de durcir promptement à l'air et dans les endroits humides, et doit être employée lorsqu'on tient à la solidité plutôt qu'à l'économie. La chaux hydraulique durcit même dans l'eau, circonstance qui la rend indispensable pour toutes les constructions hydrauliques, où les mortiers de chaux grasse se *délayeraient complétement.*

On ne trouve pas partout des calcaires capables de produire de la chaux maigre, ou hydraulique; mais on parvient à en faire artificiellement lorsqu'on peut se procurer de la craie ou des marnes calcaires susceptibles de se délayer à l'eau. On les réduit en bouillie épaisse, qu'on mélange avec des matières argileuses délayées ou des scories volcaniques, des scories de forges, des briques ou des poteries réduites en poudre fine; on en fait alors des pains, qu'on laisse sécher et qu'on cuit ensuite comme le calcaire lui-même. Lorsqu'on n'a pas de calcaire délayable, on peut employer la chaux ordinaire de la localité, qu'on laisse éteindre à l'air : on en mêle ensuite la poussière avec des silicates argileux délayés ou broyés; on fait une pâte du tout avec un peu d'eau, et on forme comme précédemment des pains, qu'on laisse sécher pour les recuire de nouveau. Ce procédé a l'inconvénient de la cherté, à cause de la double cuisson.

Pour faire de la bonne chaux, il faut choisir les pierres calcaires les plus dures, les plus pesantes, celles dont le grain est fin, homogène, et dont la texture, ou liaison des parties, est la plus compacte. Les cailloux calcaires et les marbres font d'excellente chaux.

La pierre est convertie en chaux au moyen d'un four, qui ne doit être chauffé que par degrés ; il faut que le degré de chaleur aille toujours en augmentant, sans interruption. Chaque fournée ne doit consister que d'une seule espèce de pierre, d'une même carrière, s'il est possible, afin que la chaux qui en provient soit d'une même qualité. Nous n'entrerons pas plus avant dans la fabrication de la chaux, parce que cette fabrication n'est pas du ressort du constructeur amateur, qui emploie les matériaux tels que les livre le commerce. Disons

seulement en dernier lieu qu'il est utile d'employer la chaux le plus tôt possible après sa cuisson.

Quand la chaux nouvellement fabriquée est arrosée d'eau, elle pompe cette eau jusqu'à un quart de son propre poids (poids de la chaux) avec ardeur ou âpreté, et gonfle pour se réduire ensuite en peu de temps en une poudre blanche et sèche. Dans cette transformation de la pierre à chaux cuite en une poudre sèche et facilement triturable (hydrate de chaux), il se dégage une assez grande quantité de calorique, qui forme une vapeur d'une odeur particulière, et qui en s'échappant entraîne de la substance calcaire décomposée. Alors si l'on ajoute une plus grande quantité d'eau à la chaux éteinte, la poudre calcaire se change en une bouillie nommée *lait de chaux*, dont on forme le principal élément de la composition destinée à lier les matériaux entre eux dans la maçonnerie, composition nommée *mortier*.

De cette qualité ou propriété de la chaux, il s'en suit qu'on peut la transformer, au moyen de l'extinction, en un lait de chaux d'une parfaite égalité de fluidité. Mais comme les pierres calcaires sont de très-différentes qualités, leur manutention, lorsqu'elles sont réduites à l'état de chaux, sera également très-différente. Faisons remarquer qu'en général on ne peut déterminer la quantité d'eau qu'on doit employer pour l'extinction de la chaux. Le procédé le plus usuel employé dans l'extinction de la chaux ordinaire, où l'on aurait fait usage d'une plus grande quantité d'eau qu'il est nécessaire pour convertir la chaux en poudre en lait de chaux, repose sur l'expérience faite que la chaux éteinte gagne en qualité lorsqu'elle est préservée du contact de l'air et conservée pendant un certain temps dans des fosses humides. Dans beaucoup de localités, on a l'habitude d'éteindre la chaux dans une sorte de caisse carrée en bois, de deux mètres à 2^{m} 60 en tous sens, et d'environ 60 centimètres de profondeur, afin que le manœuvre puisse broyer ou triturer commodément la masse calcaire avec le croc à chaux. Le fond de cette caisse est un peu incliné vers le côté où l'on a creusé en terre la fosse destinée à recevoir la chaux éteinte. Sur ce même côté on a pratiqué une ouverture destinée à laisser échapper la matière,

ouverture qui est fermée au moyen d'une trappe à coulisse.

On met dans la caisse en bois ou tout autre récipient, formé d'un fond de bois entouré d'un bourrelet de terre, par exemple, une quantité de chaux égale au quart du volume du contenant, puis on jette dessus autant d'eau que la chaux en absorbe : on la laisse ensuite reposer jusqu'à ce qu'elle crève, ou se convertisse en poudre. Alors on y mêle assez d'eau pour produire une bouillie liquide et toujours en triturant la masse avec un croc ou rabot. Quand le tout est bien mêlé également et qu'on n'y remarque plus aucun petit morceau de chaux susceptible d'extinction, on peut alors ouvrir la trappe et laisser couler la chaux éteinte dans la fosse disposée à cet effet.

Dans le cas où l'on aurait mis trop peu d'eau dans l'opération de l'extinction de la chaux, et où l'on apercevrait encore des parcelles de calcaire non éteintes, on verrait le même fait se produire que lorsqu'on jette l'eau sur la chaux en premier lieu, et des grains resteront au fond de la caisse ou du contenant primitif. Ces grains non encore dissous se dissolvent alors peu à peu dans la fosse en question.

Quand la chaux qu'on a laissée couler dans la fosse est assez évaporée, il s'y forme des fentes ou gerçures à la superficie ; il faut alors la préserver de l'action de l'air, qui serait nuisible parce que cette action de l'air y introduirait de l'acide carbonique. On peut facilement obvier à cette action, en couvrant la fosse d'une épaisseur de sable de 40 à 60 centimètres. Par un séjour prolongé de la chaux dans une fosse humide et recouverte de sable, on obtient non-seulement une masse homogène, mais la terre calcaire fait intimement corps avec l'eau. Or, le mortier composé avec de la chaux préparée ainsi dans une fosse où elle est restée un certain temps est préférable au mortier fait avec de la chaux éteinte à l'instant de son emploi. Le premier est plus compacte, plus serré et plus dur.

Il est prudent de ne pas jeter l'eau trop précipitamment sur la chaux qu'on veut éteindre, car il est prouvé que les parties chaudes et non encore dissoutes de la chaux se fondent mal, surtout si l'extinction se fait avec de l'eau froide. Plus cette eau est froide, plus aussi son action est nuisible dans l'opération de l'extinction de la chaux échauffée. La condition de cette

eau exerce une grande influence sur le résultat de l'extinction calcaire. De l'eau potable, de l'eau de rivière ou d'étang est préférable à l'eau de puits, et dans tous les cas l'eau sale est très-nuisible dans l'extinction de la chaux. Si l'eau contient du sel, elle donnera lieu à une sorte d'efflorescence ou salpêtre, qu'on aperçoit aux murs, qui à la longue détruit et le mortier et les pierres qui y adhèrent. L'eau sale contient toujours des parties qui passent en pourriture, produisent des acides et du salpêtre dans le mortier, et qui est également nuisible aux murs ainsi qu'aux pierres mêmes dont ils sont formés.

Pour éteindre de la chaux maigre, on la prend dès qu'on la sort du four : on la baigne pendant quelques secondes dans l'eau jusqu'à ce qu'elle semble se réduire en poudre : alors on la sort de l'eau. Si l'on veut l'éteindre complétement, la réduire réellement en poudre, il faut la concasser en petits morceaux de deux à trois centimètres cubes de volume, afin que la vapeur d'eau amenée par le calorique puisse pénétrer la chaux et la dissoudre. Si l'on préserve d'humidité la chaux en poudre obtenue par immersion, on peut la conserver assez longtemps; mais il est cependant préférable de l'employer aussitôt qu'elle a été éteinte : le mortier alors est plus liant, il prend et durcit plus vite.

On comprend sous le nom de *chaux hydraulique* les différentes espèces de chaux qui employées dans le mortier possèdent la qualité de durcir dans l'eau. Cette circonstance la rend indispensable pour toutes les constructions hydrauliques, où les mortiers de chaux grasse se délayeraient complétement. La terre graveleuse et alumineuse, la terre argileuse oxygénée dont se composent les chaux hydrauliques les distinguent des chaux ordinaires, en sorte que la terre calcaire n'en forme pas l'élément essentiel. Les chaux hydrauliques sont les chaux maigres; mais, d'un autre côté, toutes les chaux maigres sont loin d'être des chaux hydrauliques.

La bonté du mortier dépend autant de la manière dont il est préparé que de la qualité des matières qui le composent. Il est donc essentiel que cette opération soit faite avec toutes les précautions qu'exigent les qualités de ces matières.

Mais les procédés à suivre peuvent plutôt s'indiquer que se

prescrire d'une manière absolue, les doses en quantités dépendant toujours des qualités des matières, qui varient selon les localités.

Ainsi, il y a de la chaux vive, comme celle de Melun, par exemple, qui absorbe en s'éteignant deux fois et demie son poids d'eau pour former une pâte moyennement liquide, comme il faut qu'elle soit pour faire le mortier ordinaire sans être obligé d'y ajouter de l'eau.

D'autres qualités de chaux ne consomment, pour former une pâte de même consistance, qu'une quantité d'eau égale à son poids. Pour faire un bon mortier avec la première de ces pâtes (chaux de Melun), il faut mêler trois parties de sable de rivière avec une partie et demie de chaux ; en faisant usage de la seconde pâte, il en faut deux parties pour trois du même sable. — Dans le premier mortier la quantité de chaux en pâte est moitié de celle du sable, tandis que dans le second, elle en est les deux tiers.

Pour fondation de bâtiments on prendra de la chaux grasse (non hydraulique et éteinte par fusion) dans la proportion de $0^{m}370$ cubes et du sable de rivière $0^{m}950$ cubes.

Pour pavage de cours, chaux grasse un peu hydraulique $0^{m}340$ et $0^{m}820$ cubes de ciment de tuileaux.

Pour réservoirs, etc., chaux grasse un peu hydraulique $0^{m}250$ cubes, $0^{m}940$ cubes de sable de rivière et $0^{m}200$ cubes de pouzzolane ou matière qui en tient lieu.

Pour travaux quelconques dans l'eau, chaux hydraulique très-énergique $0^{m}360$ cubes, $1^{m}000$ cube de sable de rivière et $0^{m}040$ de pouzzolane.

Pour jointoyements, 2 parties de chaux hydraulique, 2 parties de sable et une partie de bon ciment romain.

Lorsque le mortier, le bon mortier hydraulique est entièrement confectionué, on ajoute pour faire du *béton*, la pierraille ou les cailloux qui doivent le constituer, et le mélange s'effectue encore à l'aide de pilons ou de massettes (fixées au bout de manches en bois, et dont nous avons déjà parlé plus haut), en battant avec force et vitesse. Nous reviendrons plus tard sur l'emploi du béton.

Indices de la bonne cuisson de la chaux.

« La chaux vive, de quelque nature qu'elle soit, pour être cuite au degré convenable, doit fuser promptement et complétement dans l'eau. Si elle est trop calcinée, elle reste quelquefois un jour ou deux dans l'eau sans avoir subi une extinction complète. Pour être de bonne qualité, les chaux ne doivent contenir aucune matière étrangère, ni aucun biscuit ou durillon de quelque nature que ce soit. »

« Les bonnes chaux hydrauliques bien cuites se reconnaissent facilement à leur légèreté, à leur consistance crayeuse, et à l'effervescence qu'elles font avec l'eau, lorsqu'elles n'ont pas encore été éventées. Quand, au contraire, elles sont lourdes, compactes, vitrifiées légèrement sur les arêtes des morceaux, et longtemps inactives après l'immersion, c'est que le terme de la bonne cuisson a été dépassé. Si elles fusent superficiellement, en laissant un noyau, c'est que la cuisson est incomplète. »

« Les pierres à chaux perdent dans leur calcination parfaite environ 0,45 de leur poids primitif, par l'effet de l'évaporation de toute l'eau et de l'acide carbonique qu'elles contiennent. La diminution est moins grande en volume qu'en poids; quoique très-variable selon les diverses espèces de pierres, on l'évalue assez généralement à 0,1 ou à 0,2 du volume primitif. On conçoit que cette évaluation ne peut être qu'approximative, car la pierre calcaire se réduisant en fragments plus minimes à la calcination, la même mesure en contiendra une quantité moindre après cette opération qu'avant, attendu que plus on divise la chaux plus le volume d'une même masse est considérable (1). »

(1) *Pratique de l'Art de construire*, par J. Claudel et L. Laroque, 2e édit.; Paris, 1 vol. in-8°, page 87. — Voyez, pour de plus amples détails : *Résumé sur les mortiers et ciments calcaires*, par Vicat; Paris, 1828. 2e éd., 1864. — *Traité sur l'art de faire de bons mortiers*, par Raucourt de Charleville ; Pétersbourg, 1822, 1 vol.-8°.

Du sable.

Le sable est une matière composée des parties détachées qui tiennent le milieu entre la terre et les pierres, des débris desquelles elles paraissent formées; il y a autant de sables qu'il y a d'espèces de pierres; il y a des sables vitreux, quartzeux, calcaires et argileux. Il y a des sables *de rivière* et des sables *fossiles* ou *de carrière*. Le gros sable est nommé gravier. Il faut que le sable destiné au mortier soit propre, c'est-à-dire exempt de mélange de terre. En général le meilleur sable est celui qui, étant frotté dans la main, rend un petit bruit sec, effet que ne produit pas celui qui est terreux ou sans aspérités. On reconnaît encore que le sable est de bonne qualité, dit Vitruve, lorsqu'après en avoir répandu sur un vêtement blanc, on le rejette en secouant l'étoffe, et qu'il n'y laisse aucune trace. On peut purifier tout sable de la terre qui pourrait s'y trouver en le lavant. Le sable fossile, ou de fouille ou de carrière, est préférable au sable de rivière, parce que le premier est prismatique et anguleux, tandis que le second est de forme ronde. Les grains de sable ronds n'adhèrent entre eux qu'en peu de points et laissent de grands intervalles, tandis que les grains du sable fossile sont prismatiques et anguleux; dans la trituration ou préparation du mortier leurs faces finissent par devenir adhérentes et laissent peu d'interstices. Si l'on est forcé d'employer le sable de rivière faute de sable de fouille ou de carrière, et si la rivière reçoit des immondices, son sable devra être lavé, parce que sans cela il serait nuisible aux constructions, de même que l'eau sale est contraire à l'extinction de la chaux, comme nous l'avons dit plus haut.

Il a été généralement reconnu que la meilleure eau pour la préparation du mortier est l'eau de pluie ou de citerne. L'eau de rivière quand elle est limpide est bonne aussi. L'eau la moins bonne pour le mortier est l'eau de puits.

Avant de faire le mélange de l'eau et du sable avec la chaux, il faut qu'elle ait été ramenée à l'état de pâte bien homogène de consistance argileuse. Après vingt-quatre heures d'extinction

la fermeté de la chaux est déjà telle qu'on ne peut la diviser sans pioche, ou au moins sans une pelle tranchante. On peut toutefois la ramener facilement à l'état de pâte convenable en la battant verticalement avec des massettes en fonte, fixées au bout de manches en bois. On peut ensuite y mêler le sable sans addition d'eau, ce qui est indispensable pour obtenir un mortier solide, mais ce que les maçons évitent, comme plus pénible, en ajoutant assez d'eau pour que le mélange qu'ils ont l'habitude de faire ne demande que le quart du temps qu'il faudrait pour l'exécuter avec la chaux ayant consistance argileuse; c'est pourtant ce qu'on doit faire, sous peine d'obtenir des mortiers dont la résistance se trouve diminuée de *moitié*, des *deux tiers* et même des *quatre cinquièmes*.

Il faut que la chaux soit complétement éteinte avant d'ajouter le sable, et que tout travail ait cessé, ce dont on peut s'assurer par le *refroidissement* qui survient après l'effervescence. Lorsque la trituration du mortier a rendu le mélange aussi parfait que possible, une plus longue manipulation devient nuisible aux chaux hydrauliques, par le renouvellement des contacts avec l'air, qui les détériore tandis qu'il améliore les chaux grasses; d'où il résulte que les mortiers à chaux grasse doivent être corroyés le plus longtemps possible, tandis qu'au contraire les mortiers à chaux hydraulique ne doivent l'être qu'autant que cela est nécessaire pour que la chaux adhère à chaque grain de sable et l'enveloppe entièrement.

Il est convenable que le mortier soit fabriqué à couvert, soit pour éviter une dessiccation trop rapide dans la saison des chaleurs, soit pour le préserver des pluies, qui en détruiraient les qualités. Lorsqu'on construit dans la saison des chaleurs, il convient d'entretenir l'humidité des mortiers en arrosant les maçonneries, et cela surtout si l'on emploie des chaux hydrauliques, afin que le mortier conserve quelque temps l'eau nécessaire à sa solidification.

Du plâtre.

Le gypse des environs de Paris, appelé plâtre lorsqu'il a été calciné et réduit en poudre, est une matière extrêmement pré-

cieuse par la propriété qu'elle possède de se figer rapidement en masse solide, lorsque, après les deux opérations dont nous venons de parler, on lui rend, par le *gâchage*, l'eau qu'elle avait perdue. Le plâtre peut être considéré comme une espèce de chaux qui n'a besoin du mélange d'aucune autre matière que de l'eau, pour former un corps solide, d'une dureté *moyenne*. Quoique le plâtre ne résiste pas aussi longtemps aux intempéries de l'air et à l'humidité, c'est cependant une matière fort commode pour la construction des maisons ordinaires, surtout à Paris et dans ses environs, où il est de bonne qualité, lorsqu'il est employé convenablement.

Le plâtre s'attache également aux pierres et aux bois; aussi s'en sert-on avec avantage pour la construction des murs, des voûtes et pour les enduits. On en recouvre les cloisons, les pans de bois, les planchers, etc., en sorte que depuis le sol du rez-de-chaussée jusqu'au toit une maison peut être recouverte en plâtre et paraître d'une seule pièce de même matière.

Tout constructeur doit bien se pénétrer de ce fait : c'est que le plâtre *gâché* augmente de volume en faisant corps, tandis que le mortier diminue, surtout lorsqu'il n'est pas massivé. Il y a donc de grandes précautions à prendre lorsqu'on se sert du plâtre pour certains ouvrages, tels que les voûtes, les cheminées qu'on adosse aux murs isolés, les plafonds et autres ouvrages qui seront énumérés dans la suite.

Les pierres à plâtre des environs de Paris sont d'un blanc grisâtre. Leur fracture présente une texture plus ou moins irrégulière, mêlée de particules brillantes, semblables à celles d'un marbre à gros grains.

On nomme à Paris et dans les environs *plâtres au panier* les plâtres les plus communs réduits en poudre par le broyage au moyen de meules et tels qu'ils sortent du moulin.

On nomme *plâtre au sas* les plâtres plus fins, passés au tamis de crin, et enfin *plâtres au tamis de soie* les plâtres particulièrement affectés pour les travaux intérieurs de plafonnage et d'enduits faits avec soin.

Le plâtre en poudre s'emploie en le versant au moment même de l'emploi dans une certaine quantité d'eau, et en remuant ce

mélange avec une *truelle de cuivre*, jusqu'au moment où il forme une pâte plus ou moins liquide. Lorsque la pâte a une consistance assez ferme, qui lui permet de *faire prise* presque immédiatement, le plâtre est dit *gâché serré*. Il est *gâché clair*, au contraire, quand la quantité d'eau employée en a fait une pâte ou bouillie plus ou moins liquide et dont la prise n'a lieu qu'au bout d'un certain temps.

Comme les chemins de fer transportent au loin le plâtre de Paris, et cela à un prix assez modique, on peut l'employer pour plafonds et moulures à des distances assez éloignées de ses carrières. On ne le fera pas venir en poudre, mais en pierre.

Le meilleur procédé pour cuire la pierre à plâtre consiste d'abord à lui communiquer une chaleur modérée, pour dessécher l'humidité qu'elle contient; on augmente ensuite graduellement le feu pour lui donner le degré de cuisson convenable, ce qui exige environ vingt-quatre heures. Lorsque le plâtre n'est pas assez cuit, il est aride et forme un corps peu solide; lorsqu'il est trop cuit, en le gâchant, on trouve qu'il n'est pas assez gras. Quand le plâtre est cuit à propos, l'ouvrier sent en le maniant qu'il est doux et qu'il s'attache aux doigts. C'est surtout à cette qualité que l'on peut reconnaître le bon plâtre.

Le plâtre doit être réduit en poudre aussitôt qu'il est cuit, soit en le battant, soit en l'écrasant avec des meules ou cylindres de pierre, parce qu'il perd de sa qualité, pour peu qu'il reste exposé à l'air; le soleil, en l'échauffant, le fait fermenter, l'humidité diminue sa force, et l'air emporte la plus grande partie de ses sels. C'est ce qui lui fait perdre son onctuosité et la faculté de durcir promptement et de former un corps solide. Ce plâtre ne s'unit alors que faiblement aux matières qu'il doit lier, et si l'on en fait des enduits, ils gercent.

Si le plâtre vient de loin, il est nécessaire de le renfermer dans des tonneaux et de le placer dans des lieux secs à l'abri des ardeurs du soleil.

Avec l'ocre jaune mêlée au plâtre en le gâchant, on peut lui donner une couleur de pierre; l'ocre brune ou rouge donnera un ton de brique; de l'ocre jaune et un peu de noir mêlés au plâtre

donnent un ton de granit dont on peut se servir convenablement pour les enduits extérieurs des rez-de-chaussées.

Dans les constructions usuelles, qui, par leur destination, ne comportent pas nécessairement l'emploi de matériaux de grandes dimensions, tels que la pierre, dont on se sert pour les édifices publics, le plâtre sert à décorer les façades construites en moellons. Ainsi appliqué, le plâtre se trouve à la vérité exposé aux pluies, qui le détériorent; mais sa durée est encore suffisante eu égard à la nature de l'édifice et la dépense peu considérable qu'il occasionne comparativement à celle des décorations en pierre. On en a fait pendant longtemps un usage considérable dans la construction des tuyaux de cheminée, quoique le feu altère les qualités du plâtre; mais on pouvait ainsi les élever en ne leur donnant que de faibles épaisseurs et sans charger les murs et les planchers qui les recevaient.

On a fini par reconnaître les inconvénients qui en résultaient, et qui se manifestaient par des crevasses susceptibles d'occasionner de graves accidents. On a été ainsi amené à substituer la brique au plâtre dans la construction de ces tuyaux.

Le plâtre ordinaire se compose de 32,91 parties de terre calcaire, de 46,31 d'acide sulfureux et de 20,78 d'eau.

Si le plâtre est mis en contact avec le fer, il en détruit la qualité au moyen de l'acide sulfureux, l'oxyde fortement et cela en rapport du temps que le plâtre met à sécher. Il est donc prudent de ne pas abuser du plâtre pour scellements et surtout dans les lieux où il ne peut sécher promptement ou qui seraient constamment exposés à l'humidité.

Dans les pays où le plâtre est rare et cher, on en fait un mélange avec de la chaux dans les proportions suivantes : pour faire les enduits extérieurs, un peu rustiques, on prend trois parties de mortier de chaux, qu'on mêle à une partie de mortier de plâtre (de plâtre gâché). Ce mélange neutralise, par le gonflement du plâtre, la diminution de volume de la chaux et empêche par là les gerçures et fentes qui se font quelquefois dans les enduits en chaux lorsqu'ils sèchent et se durcissent. Pour un enduit qui doit sécher très-promptement, on ajoute, dans les pays où le plâtre est rare, une certaine quantité de sable quarzeux, d'ordinaire à 2 parties de plâtre en poudre,

1 partie de sable. Cette espèce d'enduit peut être employée à des épaisseurs assez fortes sans se gercer, et comme elle durcit promptement, elle convient pour former les premières charges destinées à recevoir les corniches et encore pour enduire des pans de bois. Pour traîner les corniches, on se sert dans les mêmes pays de ce qu'on y nomme stuc de plâtre, composé de 3 parties de chaux fraîchement éteinte, d'une partie de sable et de quatre parties de mortier de plâtre.

Quand le plâtre est trop cuit, il est scarifié, et n'est pas susceptible de former une bouillie par l'addition d'eau ; si le plâtre n'est pas assez cuit, la poudre ne se dissout pas dans l'eau et tombe au fond, comme le ferait le sable.

Ciments.

On appelle ciment des substances mêlées à la chaux grasse, et qui ont la propriété de rendre cette chaux hydraulique.

1° La *pouzzolane* est un produit volcanique, amas de petits fragments scoriacés ou rappilli, accumulés autour des volcans, ou amas de matières terreuses qui en renferment une quantité plus ou moins grande. On en emploie le sable que le vent a dispersé à des distances considérables des volcans. Les pouzzolanes des environs de Naples sont grises, jaunes, brunes et noires. Celle de Rome est d'un rouge brun mêlé de particules brillantes d'un jaune métallique. On découvre de la pouzzolane dans presque tous les lieux où il y a eu des volcans. En France nous en avons dans les départements de l'Ardèche, de la Haute-Loire, du Puy-de-Dôme et de la Haute-Vienne.

2° Le *trass* ou *tuf volcanique*, qu'on trouve en Italie et sur les bords du Rhin, particulièrement près d'Andernach, lorsqu'il est broyé et mêlé avec de la chaux grasse, produit bientôt dans l'eau une masse dure.

3° *Ciment de tuileaux*. Poudre faite avec des tuileaux pilé, qui mêlée avec de la chaux à la propriété de former un mortier qui résiste à l'eau et à l'humidité. Pour faire le ciment de tuileaux, il faut en choisir de bien cuits ; ceux qui ont servi pour les toits sont préférables aux tuileaux neufs et préférables encore aux briques, qu'on a quelquefois l'habitude d'employer.

— Le ciment dit de fontainier est fait avec de la poudre de poterie de grès, de mâchefer, de tuileaux et de pierre de meulière ; le tout broyé avec de la bonne chaux vive, produit un ciment excellent, qui durcit dans l'eau.

4° Le ciment anglais de Parker, nommé *ciment romain*, contient 55,4 parties de terre calcaire, 36,0 parties de terre argileuse graveleuse et six parties d'oxyde de fer. D'après ces proportions on peut ajouter à 6 parties de ciment 4 parties de sable sans qu'il puisse perdre de sa qualité hydraulique. L'imitation française de ce ciment contient 54,0 parties de terre calcaire, 31,0 parties de terre argileuse graveleuse et 15,0 d'oxyde de fer, et comporte une addition de sable égale à celle du ciment anglais.

5° Le ciment dit de Portland, qui vient d'Angleterre, où il fut composé, en 1824, par John Aspdin. Ce ciment, couleur de pierre, est inaltérable à l'air, à la gelée et à la chaleur.

Une espèce particulière de calcaire argileux donne immédiatement des chaux hydrauliques à la cuisson. Si le calcaire renferme de 10 à 12 pour 100 d'argile, il aura des propriétés hydrauliques. La chaux qui en provient, gâchée avec de l'eau, durcira en vingt jours environ dans les lieux humides ou sous l'eau. Quand le calcaire renferme de 20 à 25 pour 100 d'argile, la chaux gâchée fait prise en deux ou trois jours. En dernier lieu enfin, si le calcaire renferme de 25 à 35 pour 100 d'argile, la chaux fait prise en quelques heures, et on lui donne le nom de chaux à ciment.

— En 1756, J. Smeaton observa le premier que la chaux provenant de la cuisson de calcaires contenant de l'argile jouissait de la propriété de durcir sous l'eau. En 1796 Parker prenait un brevet pour l'exploitation d'un calcaire très-argileux produisant une matière analogue à la chaux hydraulique, mais à prise beaucoup plus énergique, à laquelle il donna le nom de *roman ciment*, ciment romain, nom conservé depuis par les industriels français, pour les produits analogues qu'ils découvrirent postérieurement et au nombre desquels on classe, par rang d'ancienneté, le ciment de Pouilly, découvert par M. Lacordaire, et le ciment de Vassy, découvert en 1831 par M. Gariel. Les espèces les plus réputées en France sont les ciments de Vassy

(Yonne), de Pouilly (Côte-d'Or), de Portland de Boulogne (Pas-de-Calais) et de Grenoble (Isère).

Le ciment de Vassy provient d'un calcaire argileux et magnésien dur, d'une couleur bleu cendre, que l'on trouve immédiatement au-dessus du liais, et dont la composition chimique est :

63,8	parties	de carbonate	de chaux,
1,5	—	—	de magnésie,
11,6	—	—	de fer,
14,0	—	de silice,	
5,7	—	d'alumine,	
3,4	—	d'eau et matières organiques.	
100,0			

Réduit par la calcination, sa couleur devient jaune terne. Quand ce ciment est fabriqué, on l'enferme dans des barriques goudronnées et garnies à l'intérieur, pour en faciliter le transport et en assurer la conservation. A la suite de la cuisson l'analyse donne la composition de ce ciment.

56,6	parties	de chaux,
13,7	—	de protoxyde de fer,
1,1	—	de magnésie,
21,2	—	de silice,
6,9	—	d'alumine,
0,5	—	de perte.
100,0		

L'avarie du ciment ayant pour cause principale l'humidité de l'air ambiant, elle se manifeste d'abord au contact des parois de la barrique, puis elle gagne lentement, mais progressivement, jusqu'au centre ; il arrive assez souvent que le contenu d'une barrique est avarié à la surface, tandis qu'il est d'excellente qualité au centre. Pour que le ciment puisse être réputé non avarié et propre à un bon emploi, il faut que les fragments désagglomérés que l'on retire de la barrique cèdent facilement sous la pression des doigts, et que sa couleur n'ait éprouvé aucune altération, c'est-à-dire ne soit pas devenue blanchâtre. On est quelquefois obligé d'employer des barres de fer pour re-

tirer le ciment des barriques, et souvent il faut avoir recours à la truelle du gâcheur. La quantité de mortier obtenue est à peu près proportionnelle au poids du ciment employé ; c'est pour cette raison que le prix de celui-ci est fixé d'après le poids, et non selon le volume.

Il est d'usage, dans le commerce du ciment, de compter le poids des barriques au même prix que leur contenu. Le poids de l'enveloppe varie de 0,08 à 0,12 du poids total, suivant la densité et l'épaisseur du bois, soit 0,1 en moyenne. Chaque barrique contient de 100 à 235 litres de ciment, et pèse de 130 à 300 kilogrammes.

Le ciment s'emploie sous la forme de mortier, avec ou sans sable, en y ajoutant une quantité d'eau égale à environ la moitié de son volume : cette quantité d'eau varie légèrement suivant la température et d'après le degré d'humidité du sable.

Un mètre cube de ciment en poudre, pris à la densité de 0,96 et converti en mortier sans mélange de sable, perd 17 pour 100 de son volume et ne donne que $0^m,83$ de mortier.

On emploie rarement le ciment pur ; on le mélange ordinairement avec une certaine quantité de sable dur et purgé de vase et de toute matière terreuse. On obtient ainsi un mortier plus résistant, moins sujet à se fendiller à la surface et beaucoup plus économique. Les mortiers de ciment pur ne sont guère en usage que pour le cas où un durcissement instantané est nécessaire, par exemple, pour l'étanchement de sources dans les radiers des bassins et écluses, ou pour d'autres cas analogues.

Le ciment qui vient d'être employé est d'un jaune terre très-foncé; mais en séchant il prend une couleur qui a beaucoup d'analogie avec celle de la pierre de taille.

Des Mastics.

Les mastics, composés de matières ou substances diverses, sont destinés à former des liaisons ; ils sont composés d'éléments que l'huile de lin ou le feu doivent mélanger ou dissoudre.

1° Le *mastic à l'huile* sert à réparer des cassures dans la



pierre et dans la pierre de taille à remplir les joints qu'il fait presque disparaître.

2° Le *mastic à chaud* pour faire certains joints, refaire des angles cassés et des parties échauffées, est formé d'une partie de goudron, 1/2 partie de colophonium et 1/5 de poudre de tuileaux, qu'on fond en remuant sur un feu lent; on peut encore employer le colophonium chaud mélangé de grès en poudre.

Un des meilleurs mastics connus en France est celui de Dhil; sa composition a longtemps été tenue secrète, mais le principal principe de sa fabrication consiste dans le mélange de poudre de brique pilée ou d'argile bien calcinée, de litharge, de protoxyde rouge de plomb et peut-être de quelque matière étrangère et inconnue.

Au nombre des mastics qui approchent de celui de Dhil pour la qualité, nous en citerons un inventé par M. Thenard. Ce mastic lithargé est composé de 93 parties d'argile calcinée, pulverisées et de 7 parties de litharge, réduite en poudre très-fine. On le prépare avec une quantité suffisante d'huile de lin pure, pour lui donner la consistance du plâtre gâché; on l'applique comme celui-ci en ayant soin de nettoyer le mur auparavant et en l'ayant huilé au moyen d'une éponge trempée dans l'huile.

A La Rochelle les officiers du génie ont employé en 1826 une sorte de mastic qui avait une grande analogie avec celui de Dhil. Il se composait de 14 parties en volume de sable caillouteux, 14 parties de pierre calcaire pulverisée, $\frac{1}{14}$ en poids de litharge (des poids réunis du sable et de la pierre) et 1/7 du poids total des ingrédients d'huile de lin.

Ces poudres avaient préalablement été séchées dans un four; car on découvrit que l'affinité du mélange avec l'huile dépendait de l'état de dessiccation des matières ainsi que du commencement d'une calcination qui semblait en voie de s'être produite. Ce mastic, employé avec de l'huile de la manière habituelle, fut appliqué sur les surfaces après qu'elles eurent été imprégnées d'huile.

3° *Mastic hydraulique*, fait avec un mélange de tuf en poudre, de sang de bœuf et de chaux pulvérisée.

4° *Mastic pour scellement* de fer dans la pierre; composé de



1 partie de chaux hydraulique, deux parties de poudre de tuileaux et de 1/2 partie de limaille de fer, formé en une pâte au moyen d'huile de lin.

5° *Mastic gras*, pour jointoyement de tuyaux en fonte : formé de minium, de poudre de tuileaux, de sable fin, et d'huile de lin bien mélangés.

6° Le *mastic de vitrier*, composé de céruse ou de craie et d'huile de lin.

7° Le *mastic de menuisier*, destiné à réparer le bois, comme trous, gerçures etc., etc., formé d'ocre, de céruse ou de blanc d'Espagne et d'huile de lin. On y mêle quelquefois aussi un peu de sable fin ou de poudre de tuileaux.

Couleurs.

Au nombre des matières préservatives on compte les enduits des murs, l'application des couleurs à l'huile et autres.

Indépendamment de l'usage du mortier comme substance de liaison des parties qui forment un mur ou toute autre portion de maçonnerie, on emploie encore le mortier pour en recouvrir la superficie des murs, afin de la préserver des intempéries de l'air ou pour obtenir des surfaces plus unies et plus régulières et par conséquent plus agréables aussi à l'œil. L'opération de l'application des enduits à l'extérieur est dite *ravaler*, en terme du métier. Ravaler est donc l'action de faire un enduit sur un mur de moellon ou de brique, soit tout uni, soit en y figurant en saillie des champs, des naissances, des tables de plâtre ou de mortier. Mais on dit aussi faire un ravalement lorsque l'on ripe et blanchit une façade de pierre de taille.

L'enduit de chaux ou de plâtre, d'une épaiseur de deux centimètres à 34 millimètres, a pour but de garantir les murs de la pénétration de l'eau et de l'humidité filtrant par les joints; l'enduit empêche aussi les matières soulevées par le vent de venir se fixer sur les parois des murs. Nous aurons encore à revenir plus loin sur les avantages des enduits.

Au moyen de l'application des couleurs, on cherche également à garantir le bois, le fer et même la maçonnerie des injures de l'atmosphère; on s'en sert pour l'agrément de la vue.

1° *Le badigeon* est pratiqué seulement sur les enduits de mortier de chaux ou de plâtre : il ne consiste qu'en application d'un lait de chaux soit naturel soit coloré ou jaune ou brun. Le badigeon doit être appliqué en plusieurs couches afin de ne pas s'effeuiller ou tomber : en trois couches légères, par exemple.

2° Peinture *à la colle* ou *en détrempe*, préparée avec de la colle forte chauffée modérément; on lui donne presque toutes les nuances connues. L'eau collée doit être employée dans une certaine proportion avec la couleur, parce que les couleurs deviennent foncées par un excès de colle, et peu durables s'il n'y a pas assez de colle dans le mélange. Quand on veut peindre à la colle un mur avec un enduit de chaux, et que la superficie n'en est pas trop étendue, on peut imprimer l'enduit qu'on veut peindre avec du lait et de l'eau.

3° *Peinture à l'huile.* Si les couleurs de la détrempe sont broyées à l'eau, celle-ci est broyée à l'huile. On se sert comme base, dans la peinture à l'huile, de blanc et surtout du blanc de zinc. Presque toutes les surfaces à peindre sont d'abord *imprimées* avec une couche de blanc ou de gris, ou se rapprochant de la dernière couche à poser. Le fer seul s'imprime au *minium* ou oxyde de plomb, d'un rouge orangé ou jaunâtre.

Toutes les couleurs non en détrempe, mais à l'huile ou mélangées d'autres substances grasses ou résineuses, ne doivent être appliquées sur les corps que lorsque ceux-ci sont complétement secs ou séchés. Pour les couches d'impression à l'huile qui précèdent le rebouchage des trous faits par les clous, des nœuds ou des gerçures, il faut ne mettre que peu de couleur dans l'huile afin que cette huile pénètre le plus possible dans le corps imprimé. Pour les seconde et troisième couches, au contraire, le corps liquide à étendre doit être saturé ou rassasié de la matière colorante ou couleur, en sorte qu'on ne puisse l'étendre qu'avec une certaine difficulté.

Pour composer une bonne couleur à l'huile, prenez de l'huile de lin bien limpide ou claire, ajoutez y 1/12 de son poids de litharge d'argent; faites bouillir lentement et constamment ce mélange sur un feu de charbon de bois modéré pendant deux ou trois heures en remuant toujours; laissez alors refroidir pendant une couple d'heures, au bout desquelles versez avec précaution

l'huile bouillie en retenant au fond ce qui s'y sera déposé. Ce fond broyé ensuite peut être employé à peindre des corps exposés à l'extérieur aux injures du temps. On prend quelquefois aussi, au lieu d'huile de lin, de l'huile de pavot, de noix ou de chènevis.

Pour faire sécher promptement une couche de couleur à l'huile, on ajoute à 500 grammes de couleur de 30 à 45 grammes de *siccatif*. Cette matière est faite d'égales parties de plâtre calciné, de terre d'ombre brûlée, de minium et de litharge d'argent, mêlées avec de l'huile de lin et bouillis pendant huit à neuf heures sur un feu lent. Ensuite on y ajoute de l'huile de térébenthine pour délayer davantage ce mélange. Sur un kilo des substances nommées, on compte 1 litre 1/2 d'huile de lin et 8 litres d'huile de térébenthine.

Si l'on veut donner aux corps et surfaces peints à l'huile un brillant ou un luisant, on passe sur eux une couche de ce qu'on nomme *vernis*. Le commerce fournit de ce vernis.

Quand on veut conserver la couleur et le travail naturel du bois, on l'enduit d'une couche d'huile naturelle, sans couleur aucune. On peut aussi se servir pour le même objet du vernis dont nous venons de parler.

On se sert dans plusieurs localités de goudron pour préserver le bois, le fer et la maçonnerie de l'humidité. Le goudron est extrait des arbres verts ou pins. On ne s'en sert guère que dans les bâtiments d'exploitation à cause de sa couleur foncée, presque noire.

Asphaltes et Bitumes.

La France possède un assez grand nombre de dépôts bitumineux; il s'en trouve dans les tufs basaltiques en Auvergne, dans les sables tertiaires à Gabian près de Pézenas, à Lobsann et Beschelbrunn dans le Bas-Rhin, dans les dépôts crétracés supérieurs à Orthez et Caupenne près de Dax, à Seyssel près de la perte du Rhône dans l'Isère, etc.

Les différentes sortes de bitumes sont employées à divers usages. Ceux qui sont naturellement huileux, plus ou moins visqueux, comme à Beschelbrunn et dans un grand nombre de

lieux de l'Allemagne, ne sont pas employés dans la construction. Les bitumes propres au bâtiment sont mélangés avec des calcaires en poudre, avec des sables, des graviers, pour le dallage des trottoirs, des terrasses, pour des tuyaux de conduite, des réservoirs, etc., etc.

On nomme aussi momie une couleur brune qu'on tire du bitume.

L'asphalte est un minerai bitumineux, à gangue calcaire, de couleur brune foncée, tirant sur le noir; c'est une matière qui se ramollit quand on la chauffe dans une chaudière, et qui est inflammable, indissoluble dans l'eau et très-imperméable. L'asphalte pur est composé de carbone, d'environ 80 p. 100 d'eau, d'oxygène et d'une petite quantité d'azote; cette matière pure est insoluble dans l'alcool.

L'asphalte employé dans les constructions se tire principalement des mines du Val-Travers dans le canton de Neufchâtel (Suisse), de Chavaroche (Savoie) et de Rocca-Secca près de Naples. La roche asphaltique y est à gangue calcaire imprégnée de bitume; on l'extrait à la mine. Une partie est cassée en morceaux de 3 à 4 millimètres de côté, mise dans des tonneaux et livrée au commerce; l'autre partie est réduite en poudre, dont les quatre cinquièmes sont livrés au commerce dans des tonneaux, et l'autre cinquième réduit en mastic bitumineux par une addition de 2,5 à 4,5 pour 100 de son poids de bitume ductile. Le mélange se compose en moyenne de 84,5 parties de calcaire et 15,5 de bitume : on l'opère à chaud dans une chaudière, d'où on le tire pour le mettre en pains à l'aide de moules; refroidis, ces pains sont solides et livrés au commerce. Ils ont 50 centimètres de longueur, 33 de largeur et 11 d'épaisseur.

Pur ou mélangé de sable, le mastic bitumineux sert aux dallages intérieurs et extérieurs, aux sols de terrasses, quelquefois aux couvertures de bâtiments, aux chapes de ponts, etc. On peut aussi l'employer pour couronner l'épaisseur d'un mur de soubassement, pour empêcher l'humidité de monter; mais il faut que cette opération soit faite avec beaucoup de soin et de précaution.

A Seyssel, l'asphalte est réduit en poudre, puis converti en

mastic bitumineux, en y mélangeant, par fusion dans des chaudières, de 4,5 à 14 parties pour 100 de bitume de Bastennes ou de Gaujac. Ce mastic est coulé en pains, que l'on transporte sur le lieu des travaux. Là, on le concasse pour le refondre avec du bitume et avec du gravier desséché. Pour les dallages habituels de trottoirs, on ajoute 4 pour 100 de bitume et 50 pour 100 de gravier; ces proportions varient toutefois suivant la destination des dallages.

Le prix de l'asphalte en roche à Paris est de 7 francs le quintal métrique, et celui de l'asphalte en poudre 8 francs. Les dallages en bitume pour trottoirs et autres usages, de 15 millimètres d'épaisseur, se payent 4 francs 25 cent. le mètre superficiel.

Bitumes.

Les bitumes sont des matières glutineuses, visqueuses, ou sèches et fragiles, brunes ou noires, fondant assez facilement à la chaleur, les unes à 100 degrés ou même au-dessous, les autres à une température plus élevée. Il y a des bitumes solubles, d'autres sont insolubles. La plupart sont attaqués par l'éther ou par l'essence de térébenthine. A la distillation et après épuration les bitumes deviennent plus ou moins limpides, et ne présentent plus qu'un carbure d'hydrogène. On pense que les bitumes sont des mélanges en toutes proportions de carbure d'hydrogène huileux, plus ou moins abondant, avec des composés formés de carbone, hydrogène et oxygène, dont les uns sont analogues à l'asphalte et dont les autres ont quelques rapports avec la houille maigre.

Le minerai de bitume de Bastennes (département des Landes) est une molasse sableuse et argileuse, qui renferme souvent des fossiles; on y observe aussi de petits cristaux de gypse, de sulfate de fer et d'alun. La composition chimique de ce bitume est

1,31	partie de pétrole,
2,11	parties d'eau,
7,89	— de bitume,
88,16	— de gangue formant le résidu fixe.
99,47	

Le bitume de Bastennes est d'excellente qualité, mais les gisements explorés sont en partie épuisés. Il coûte 40 francs le quintal métrique à Paris. Vu la grande extension prise de nos jours par l'emploi du bitume, et la trop faible importance des gisements européens, on fait venir ce produit d'Amérique, du Canada et de l'île de la Trinité, une des Antilles.

Stucs.

Le stuc est une composition, ou sorte d'enduit, connue des anciens Romains, et qui au moyen de la peinture et du polissage parvient à imiter parfaitement le marbre. C'est au moyen de chaux mêlée à de la poudre calcaire, de craie, de plâtre et de différentes autres matières qu'on obtient cet enduit, qui acquiert en peu de temps une grande dureté. Dans les constructions on se sert de stuc pour revêtir des colonnes, des pilastres, des murs, des panneaux et des plinthes; on en forme même quelquefois des moulures, des bas-reliefs et autres objets de décoration.

Le stuc est employé aussi pour protéger des parois extérieures exposées à l'air ou à l'humidité; mais dans ce cas on ne doit faire usage que de matériaux qui puissent résister à l'action de l'eau. Comme les substances pour faire le stuc ne sont pas de même nature dans les diverses localités, sa composition doit naturellement varier selon les lieux; mais pour obtenir un enduit d'une grande dureté, et pouvant bien conserver le poli, une des principales conditions à remplir, c'est de réduire les différents ingrédients à l'état de la poudre la plus fine possible; il faut ensuite qu'ils puissent se solidifier promptement.

On distingue deux sortes de stuc, le *stuc en chaux* et le *stuc en plâtre*. Il est clair que le premier, qui est le meilleur, doit être rangé parmi les ciments; mais sa couleur désagréable l'empêche d'être employé du moins pour la décoration architectonique. On peut cependant, lorsqu'on a quelque humidité à craindre, l'utiliser comme première couche, sur laquelle on applique ensuite une préparation plus agréable à la vue.

On a l'habitude en Italie d'exécuter les stucs en trois couches

Le stuc en chaux se fait avec un mortier de chaux et du sable fin tamisé; on mélange ce mortier avec soin jusqu'à ce qu'il ne reste plus de grumeaux. On fait une sorte de bassin sur une palette, avec une certaine quantité de ce mortier; on y verse de l'eau, sur laquelle on sème avec la main une quantité de plâtre nécessaire pour l'absorber; puis, on se hâte de faire le mélange du plâtre gâché et du mortier, afin de l'employer le plus promptement possible. Ce mélange, qui contient 2 parties de plâtre gâché pour 1 de mortier, sert à former la masse des corniches et moulures, ou la couche intérieure des enduits pleins. Pour les dernières couches de l'ébauche, la quantité de plâtre gâché n'est plus que de 1 partie contre 3 de mortier.

La masse étant ainsi formée, on la laisse sécher jusqu'à ce qu'elle ne contienne plus d'humidité à l'intérieur, avant de poser la dernière couche ou le stuc proprement dit. Cette dernière couche est faite d'un mélange de quantités égales de chaux et de marbre en poudre tamisée. La chaux doit être choisie morceau par morceau, afin d'éviter ceux non cuits et les biscuits; on l'éteint par immersion; puis on l'écrase sur un marbre avec une molette, comme on le fait pour la peinture. Après quatre ou cinq mois d'extinction, on mêle cette chaux avec la poudre de marbre sans y ajouter d'eau, et on broie jusqu'à ce que le mélange soit parfait.

Une fois que l'on a préparé une certaine quantité de cette pâte, on mouille l'ébauche jusqu'à ce qu'elle n'absorbe plus d'eau, et avec un pinceau on applique dessus un peu de stuc, que l'on a délayé dans un vase. Alors, au moyen d'une spatule, on applique une couche de stuc dur, dont, à mesure qu'elle sèche, on détermine les formes et à laquelle on donne le poli avec des ébauchoirs en acier et du linge mouillé enveloppé autour du doigt ou même avec le doigt seul.

Le stuc à la chaux peut s'employer à l'extérieur comme à l'intérieur; seulement, dans le premier cas, l'ébauche ou les premières couches doivent être faites entièrement avec du mortier de chaux hydraulique.

Le stuc en plâtre s'obtient en gâchant du plâtre de choix dans une dissolution de colle forte. On commence par choisir du bon plâtre bien cuit, on l'écrase dans un mortier en fonte

ou sous une meule, puis on le passe dans un tamis de soie bien fin. Quelquefois même, afin d'être plus sûr de son plâtre, on choisit le meilleur et le plus blanc sulfate de chaux, on le casse en morceaux de la grosseur d'un œuf et on le fait cuire dans un four de boulanger très-chaud et dont l'ouverture est hermétiquement fermée. Après avoir préparé, au moyen d'un crépi, la surface sur laquelle le stuc doit être appliqué, l'ouvrier gâche son plâtre à stucquer dans une caisse où il a fait fondre une quantité de colle de Flandre suffisante pour que la dissolution ne soit pas trop claire; c'est à l'expérience à guider pour le degré de force à lui donner. Le *plâtre maigre* exige plus de colle que le *plâtre gras* et *onctueux* au toucher. Le plâtre ainsi gâché fait prise plus lentement que s'il était gâché à l'eau pure. On peut remplacer la colle de Flandre par d'autres matières gélatineuses. Ainsi, si l'on veut obtenir du stuc blanc, il faut employer une colle incolore, de la colle de poisson, par exemple. Pour avoir des stucs colorés en jaune ou en vert, on ajoute de l'hydrate de peroxyde de fer ou de l'oxyde de chrome. On obtient d'autres couleurs avec les oxydes de manganèse, de cuivre, les hydrocarbonates de cuivre, etc. Le plâtre étant gâché et remué, on l'emploie à la manière ordinaire. Si l'on veut donner au stuc un aspect rubané ou marbré, on fait dans l'enduit des veines que l'on remplit avec du plâtre gâché coloré. On imite les brèches en introduisant dans la pâte des fragments de stuc coloré. Les granits se font, comme les brèches, en taillant le stuc, et en remplissant les trous avec une pâte ayant la couleur des cristaux qu'on veut représenter.

Quelquefois le stuc s'applique liquide, à l'aide d'une brosse; dans ce cas on en superpose une vingtaine de couches sur la surface que l'on veut recouvrir. Pour polir le stuc on emploie le grès pilé et une molette de pierre; il présente alors des cavités qu'on rebouche avec du stuc liquide plus chargé de gélatine. On le passe à la pierre ponce, puis on rebouche de nouveau les cavités, et on répète l'opération jusqu'à ce que la surface soit bien unie. On lui donne alors un poli plus parfait avec la pierre de touche, et on relève ce poli en le frottant avec des chiffons légèrement enduits de cire. Avant de commencer le

polissage, les surfaces doivent être parfaitement dressées, surtout lorsqu'elles sont grandes; car les flaches, qui deviennent plus sensibles par l'effet du poli, seraient d'un effet désagréable.

Le stuc en plâtre est d'un usage très-fréquent, mais il n'a de durée que dans les appartements et autres lieux secs.

L'imitation du marbre blanc statuaire, par le stuc appliqué à la brosse, vaut à Paris 10 francs le mètre carré poli; le marbre blanc veiné, jaune antique, etc., stuc posé à la truelle, de 13 à 14 fr.; sarrancolin, brèche d'Alet, brèche africaine, de 15 à 16 fr.; serpentines, marbre vert Campan, portor, griotte, 17 fr.; granits et porphyres, 16 à 18 fr. Pour tous les stucs à la truelle, il faut compter en sus 4 fr. 50 c. d'épannelage. Pour les granits et les porphyres, la taille augmente encore le prix de 3 francs.

LIVRE DEUXIÈME.

LIVRE DEUXIÈME.

LA SCIENCE DES CONSTRUCTIONS.

CHAPITRE PREMIER.

Des Liaisons, des murs.

Toutes les constructions ont un but identique et général, qui est de limiter un ou plusieurs espaces verticalement et horizontalement, et de telle sorte qu'ils offrent le plus de solidité et le plus de durée possibles. La construction n'est donc pas autre chose que l'établissement des limites d'un espace donné, limites qui ont des noms divers selon la position qu'elles occupent dans la bâtisse, comme murs, plafonds, planchers, toits, portes, fenêtres, etc. C'est la réunion de ces parties diverses de la bâtisse qui constitue ce qu'on nomme *la construction*. Chacune de ces parties est soumise à de certaines conditions, pour concourir convenablement au but désiré et bien que semblables entre elles sous certains points, elles en diffèrent totalement sous d'autres. Il en est de même des matières ou substances employées à l'édification des différentes parties de la bâtisse; car les qualités diverses et dissemblables des matériaux rendent tels et tels matériaux propres à certaines constructions et impropres pour d'autres. Chaque construction est donc formée, composée de matériaux divers. La manière et la façon de les unir ou de les lier entre eux dépend de leurs qualités particulières, ainsi que du but que se propose le constructeur. Il y a donc plusieurs moyens d'unir entre eux les matériaux, d'en faire un ou plusieurs corps, et c'est le résumé de tous ces moyens qui constitue la théorie de la liaison ou de l'assemblage.

On aura donc à étudier la liaison des pierres, des bois, des fers, la liaison de divers matériaux entre eux. On aura ensuite à prendre en considération la réunion totale des diverses liaisons pour en faire des espaces bâtis et limités par la construction. On devra enfin s'occuper des travaux d'achèvement, soit du dehors, soit de l'intérieur.

Les constructions du genre le plus simple sont : 1° les murs en général, ou la maçonnerie, proprement dite bâtisse, et 2° la réunion des bois de charpente. Nous ne nous occuperons ici que des murs, et plus tard de la charpente.

Des murs.

On nomme murs des assises horizontales de pierre ou de brique, posées les unes sur les autres, assises liées entre elles au moyen du mortier ou toute autre espèce de procédé, pour en faire un tout, un ensemble aussi solide et aussi durable que possible. Pour que en général les murs aient selon les circonstances le degré de solidité et de durée nécessaire, il faut qu'ils aient les dimensions voulues données par la théorie et l'expérience.

Dans des circonstances identiques, des murs épais résisteront davantage à la chute ou à l'écroulement que des murs trop minces ou de peu d'épaisseur. Il est cependant inutile d'élever des murs d'une trop forte épaisseur; mais il suffit d'en déterminer la stabilité au moyen d'exemples pris dans l'expérience et dans la pratique. C'est ainsi que l'expérience montre que certains murs de bâtiment demandent des dimensions déterminées s'ils doivent être solides et durer, et que pour cela il faut employer de bonnes liaisons et observer une coupe des pierres régulière et selon les règles de l'art.

Sous la dénomination de maçonnerie en pierre, maçonnerie en brique, on entend la solidarité réciproque et la stabilité des pierres ou des briques. Cette solidarité est atteinte quand le corps de chaque pierre couvre le joint formé par les pierres inférieures : il faut que les joints se croisent, qu'il ne s'en trouve pas l'un sur l'autre dans deux assises différentes.

La coupe des pierres consiste à tailler les pierres d'après

leur forme et leur configuration. En effet, si l'on se représente une pierre quelconque dans un mur ordinaire, il sera évident que cette pierre conservera plus facilement sa position dans le cas où ses surfaces supérieures et inférieures auront une position horizontale et ses surfaces latérales une position verticale.

Pour faire des murs solides et durables, il faut aussi n'employer que de bons matériaux, d'une bonne qualité et lier ces matériaux par de bons mortiers. Il faut, en dernier lieu, donner de la durée aux murs en appliquant sur leur superficie des enduits, et que l'on rendra plus solides en les enduisant de badigeon, de couleur à l'huile ou autre.

Dans la construction, les murs ont trois buts : ils doivent *porter, enceindre* et *séparer*. Les murs qui ne font que porter, sont nommés murs de fondation. Ces murs donnent une base solide aux constructions; on les établit à une profondeur plus ou moins forte de la superficie du sol, sur le terrain naturel et solide, et on les monte généralement jusqu'au niveau du plancher du rez-de-chaussée, ou même, mais pour certaines constructions seulement, jusqu'à une hauteur convenable pour se garantir de l'eau du sol ou de l'eau de pluie.

Les murs de fondation supportent tout le poids du bâtiment. Ce sont eux qui établissent ce poids d'une façon uniforme et normale sur le sol, qui, comme on sait, est compressible à un certain degré. Ils sont destinés aussi à préserver le bâtiment des changements ou modifications que la gelée serait susceptible de faire subir à un sol humide; car la gelée et le dégel dilatent et étendent le sol, le rendent meuble et le décomposent quelquefois. C'est même pour cette raison qu'on enfonce les murs de fondation assez avant en terre pour que la gelée ne puisse les atteindre, surtout quand il n'y a pas de caves sous le bâtiment, comme par exemple pour des écuries, des remises ou des hangars. Il est dans tous les cas convenable de donner aux murs de fondation au moins un mètre de profondeur, si le sol est bon à cette distance. Nous parlerons d'une manière plus détaillée des fondations à l'article spécial qui les concerne.

Les murs *enceignent* dès qu'ils sont destinés à limiter au-dessus du sol certains espaces. Lorsqu'on utilise les espaces

compris entre les murs de fondation d'un bâtiment quelconque, espaces formés par l'enlèvement des terres et limités horizontalement par un plancher ou une voûte, les murs de fondation en question deviennent alors des *murs de cave*, et dans ce cas ces murs enceignent autant qu'ils supportent. Ils servent aussi à maintenir dans les caves une température invariable et égale dans leur étendue; à préserver l'intérieur des eaux pluviales, à supporter le poids et la poussée des voûtes établies dessus, à résister enfin au poids des terres adjacentes. Ce sont ces exigences des murs de fondation et des murs de caves qui déterminent les principes qu'on doit suivre dans le choix des matériaux pour leur construction, dans la manière de les lier ensemble et enfin dans la forme qu'on doit leur donner.

Les autres murs qui s'élèvent au-dessus des murs de fondation forment ce qu'on nomme le rez-de-chaussée et les étages. Il y a dans ces murs deux catégories : dans la première on compte les murs de *pourtour*, ou murs *extérieurs* d'une construction quelconque; dans la seconde sont rangés les murs qui divisent et constituent les espaces ou pièces demandées : on les nomme murs de *refend*. Ces deux espèces de murs, soit qu'ils enceignent ou qu'ils divisent, peuvent concourir également à supporter, des couvertures, par exemple, etc.

Les murs formant les étages se supportent eux-mêmes; ces murs ont pour objet de garantir les espaces ou pièces intérieures des intempéries des saisons, soit de la chaleur, soit du froid ou de l'humidité, tandis que les murs de refend sont destinés à recevoir une partie des constructions supérieures et en déverser un certain poids sur les murs de pourtour et de fondation. Les murs de refend servent aussi à l'établissement des voûtes de cave et à maintenir la combinaison des planchers et de la charpente.

S'il convient pour la construction des murs de fondation de n'employer que des matériaux de nature à ne pas attirer l'humidité, afin que les murs du rez-de-chaussée et des étages se maintiennent secs et en bon état; s'il faut en outre donner une bonne épaisseur à ces murs de fondation pour obtenir et maintenir une température invariable, il importe

pour les murs de pourtour de n'employer que des matériaux mauvais conducteurs de la chaleur et inattaquables à la gelée. On comprendra en outre qu'il est convenable de se servir de matériaux légers pour les murs hors de terre et de matériaux pesants pour les murs de fondation, qui ont tout le poids des murs de pourtour et de refend à supporter.

Quant à la nature des matériaux, on distingue quatre genres différents de maçonnerie, celles en brique, en moellon, en pierre de taille, et la quatrième, qu'on nomme maçonnerie mixte.

La maçonnerie en brique est le plus communément employée dans les pays de plaines ou dans les contrées où la pierre est absente ou trop dure pour être facilement façonnée. On se sert cependant de la brique dans les lieux où il se trouve de la pierre en abondance et où elle est taillée sans demander trop de main d'œuvre. Dans ce cas la maçonnerie en brique est une question de goût, de fantaisie. La maçonnerie en brique est surtout employée dans le nord-est et le sud de la France.

La brique a une forme rectangulaire; sa longueur est ordinairement double de sa largeur et son épaisseur est égale à la moitié de la largeur. Les briques moyennes, dont on fait le plus d'usage, ont de 22 à 24 centimètres de longueur, sur 11 ou 12 centimètres de largeur, et 55 millimètres à 6 centimètres d'épaisseur. C'est avec cette espèce de briques qu'on élève les murs, qu'on fait les revêtements, les voûtes, les cloisons et les languettes des cheminées.

Les grandes briques ont depuis 30 jusqu'à 36 centimètres de longueur, sur 20 à 24 de largeur et de 4 à 5 centimètres d'épaisseur. On les pose de champ (sur une des petites faces longitudinales) pour former des cloisons et des voûtes de peu d'épaisseur.

On fait usage à Paris et dans les environs 1° de la brique du département de l'Yonne, connue sous le nom de brique de Bourgogne : elle est bien cuite et très-résistante. — 2° De la brique de Montereau et de Solins (dépt de Seine-et-Marne); elle ressemble beaucoup à la brique de Bourgogne. — 3° De la brique de Sarcelles (dépt. de Seine-et-Oise), peu résistante et

fragile ; — et 4° de la brique des environs de Paris, brique dite du pays, très-cassante.

Tableau des briques employées à Paris et dans les environs.

LIEUX DE FABRICATION.	LONGUEUR.	LARGEUR.	ÉPAISSEUR.	POIDS LE MILLE.
Bourgogne...........	0m220	0m107	0m055	2250 kilogr.
Montereau...........	0m220	0m107	0m048 à 0m050	2063 »
Paris................	0m220	0m107	0m044 à 0m045	1894 »
Sarcelles.............	0m210	0m095	0m050	1750 »
Solins...............	0m220	0m107	0m048 à 0m050	2063 »

Il y a des briques qui résistent au feu ; on s'en sert pour la construction des appareils métallurgiques et des fours; ces briques, nommées *réfractaires*, sont composées d'argile pure, sans chaux et sans fer.

Il y a aussi des briques *creuses* qu'on emploie pour les légers ouvrages; elles ont la forme prismatique des autres briques ordinaires, mais elles ne sont pas entièrement creuses, elles ont des cavités selon leur longueur, formées par des cloisons longitudinales (voyez fig. 38, page 74).

Pour former les conduits de cheminée dans les murs, les tuyaux de fosse d'aisances, etc., on se sert de poteries de formes et de dimensions diverses, qu'on place en les ajoutant les unes sur les autres jusqu'à la hauteur voulue.

Enfin, il y a des murs isolés, qui n'ont rien à supporter au-dessus d'eux et qui n'enceignent que de très-vastes espaces, comme parcs, jardins, cours, etc. Ces murs doivent surtout être construits en matériaux de qualité durable, inattaquables à la gelée et à la pluie. Dans certains pays de l'Europe, et surtout dans le sud, on élève ces murs d'enceinte pleins jusqu'à une hauteur de 1 à 2 mètres : au-dessus de cette élévation on les construit à jour en formant diverses combinaisons au moyen de la brique ordinaire.

Ces murs isolés d'enceinte doivent toujours recevoir une couverture pour préserver leur sommet des eaux pluviales et de la gelée; cette couverture s'appelle *couronnement*, mot qui s'applique aussi à la terminaison de tout mur qui n'est pas couvert par le toit d'un bâtiment. Ces couronnements peuvent être

en pierres de taille, en briques, en poteries, en tuiles, en ardoises, etc. Quand un mur est mitoyen, c'est-à-dire quand une moitié du mur, en longueur et en hauteur, appartient à un propriétaire, et l'autre moitié à un autre propriétaire, on fait le couronnement en forme de toit à deux pans ou deux rampants (fig. 39), afin que l'eau qui tombe sur le mur soit partagée de moitié entre les deux propriétaires.

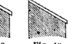
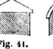




Fig. 39. Fig. 40. Fig. 41. Fig. 42.

La couverture d'un mur se nomme aussi chaperon quand ce mur, comme nous venons de le dire, a deux *égouts* ou *larmiers* à l'extrémité inférieure de chacun des petits rampants. Quand le mur n'a qu'un propriétaire, il n'a qu'un égout et un rampant dont la chute est du côté de la propriété (fig. 40). Plus les matériaux employés au couronnement d'un mur d'enceinte sont durs, moins on est obligé de leur donner de pente; plus ils sont tendres, plus aussi leur pente doit être rapide.

La forme et le volume des murs dépendent de leur destination et de l'usage qu'ils doivent faire ainsi que de leurs rapports avec l'ensemble de la construction.

De l'épaisseur des murs.

Il n'y a pas de lois absolues pour l'épaisseur des murs et des piliers, parce que ces lois sont soumises à diverses exigences et conditions qui varient à l'infini selon les circonstances.

Nous n'appellerons donc l'attention du constructeur que sur les conditions essentielles qui régissent cette question, et que nous ne lui indiquerons que comme jalons qui pourront le guider dans certains cas.

L'épaisseur d'un mur dépend de la charge qu'il doit supporter ainsi que du poids des matériaux dont il est formé. Quant à la charge verticale, il y a à considérer la stabilité compressive des diverses assises horizontales du mur par rapport à leurs sections transversales. Tantôt c'est l'assise inférieure qui a à supporter proportionnellement la plus forte

charge, tantôt c'est une assise plus élevée qui supporte cette charge, quand par exemple le mur contient des baies de porte, de fenêtres, etc. La résistance d'un mur à la charge qu'il porte dépend des matériaux principaux dont il est construit, de la bonne liaison ou appareil des pierres naturelles ou artificielles dont il est formé, et enfin du mortier destiné à faire de cette agglomération de substances un tout compact. Le cas se présente très-rarement où l'épaisseur d'un mur est déterminé par sa seule stabilité, parce que généralement d'autres exigences commandent une épaisseur plus forte et autre que celle requise par la stabilité naturelle, tandis que les dimensions des piliers isolés, qui ne sont assujettis qu'à une pression verticale peuvent facilement se déterminer. Nous ferons remarquer que ces piliers ne doivent avoir qu'une hauteur proportionnelle à leur superficie horizontale pour les empêcher de se rompre. Dans aucune construction on ne rencontre de piliers en pierre qui aient au delà de *onze* fois leur épaisseur pour élévation. Les murs qui sont montés à une hauteur plus considérable que onze fois leur épaisseur doivent être retenus dans leur à-plomb ou position normale par des chaînes et des annexes.

L'épaisseur des murs est encore déterminée d'après l'assiette suffisante qu'ils doivent avoir pour résister à la pression oblique effectuée par le vent et les ouragans, la poussée des voûtes ou celle d'autres parties de la construction, telles que poutres, solives, etc. Quant à ce qui concerne la stabilité pour les cas ordinaires de murs isolés ou de piliers, ils sont réputés solides et fermes quand ils ont pour épaisseur de 1/6 à 1/8 de leur élévation, d'une solidité moyenne quand ils ont 1/10 d'épaisseur de leur hauteur et enfin d'une solidité douteuse s'ils n'ont qu'un douzième de leur élévation pour épaisseur.

Indépendamment de l'élévation des murs et de son rapport à l'épaisseur, la longueur des murs isolés influe aussi sur l'épaisseur qu'on doit leur donner. Un mur d'une longueur considérable, par exemple, est sujet à des oscillations pendant de fortes tempêtes, et ces oscillations longtemps continuées compromettent l'aplomb des murs. Quand leur longueur est infiniment plus considérable que leur élévation, il est d'usage de les renforcer par leur épaisseur elle-même, ou par des piliers

ou des contreforts élevés à des distances égales les uns des autres. Si les matériaux sont rares et par conséquent coûteux, il sera convenable d'employer le dernier moyen pour la consolidation des murs isolés ou d'enceinte. Ce que nous venons de dire s'applique non-seulement aux murs de clôture ou autres murs isolés, mais encore à des murs de pourtour ou de face qui ne sont point reliés et consolidés par des murs transversaux ou de refend, ou maintenus dans leur aplomb par des couvertures sans poussée. Ordinairement les murs des bâtiments sont consolidés et reliés entre eux par des murs transversaux ou de refend et ces derniers contribuent puissamment à la stabilité des murs de pourtour.

L'épaisseur des murs peut encore être modifiée par la dimension des matériaux à employer. Des murs en brique, par exemple, peuvent être construits en une demi, ou en une brique entière, en une brique et demie et en deux briques. On peut élever des murs en pierres de taille de toutes épaisseurs, tandis qu'on ne donne qu'une épaisseur déterminée aux murs en moellons, qui ne dépasse guère $0^m,48$ à $0^m,50$, à cause des parpaings qu'ils nécessitent, et qui dans leur longueur ne dépassent pas ces mesures ordinairement. Quant aux murs en pisé, on doit leur donner une épaisseur de $0^m,35$ et mieux encore de $0^m,48$, lorsque le pisé est à la chaux. Dans le cas ou le pisé serait à la chaux hydraulique, comme on le pratique dans quelques parties de l'Allemagne, on peut ne donner à ces murs que $0^m,15$ à $0^m,17$ d'épaisseur.

Il sera prudent de n'élever les murs en pisé de terre argileuse qu'à une hauteur de 5 à 6 mètres, les murs en pisé à chaux qu'à deux étages. Les murs en briques et en pierres peuvent être montés à des hauteurs indéterminées quand on leur donne une épaisseur en rapport avec leur élévation.

Il résulte d'une infinité d'observations faites par l'architecte Rondelet et consignées dans son grand ouvrage intitulé : *Traité theorique et pratique de l'art de bâtir,* qu'on peut se servir des calculs suivants pour déterminer les épaisseurs à donner aux murs.

Supposez le rectangle ABCD, fig. 43, la face d'un des grands murs qui doivent renfermer l'espace rectangulaire EFGH. Tirez la diagonale BD et portez dessus de B en *d* la huitième partie de

la hauteur AB, si l'on veut lui donner beaucoup de solidité, la neuvième ou dixième partie pour une solidité moyenne, et la onzième ou douzième pour une construction légère. Si par le point *d* on mène une parallèle à AB, l'intervalle compris entre cette parallèle et la ligne AB indiquera l'épaisseur à donner aux grands murs EF, GH, dont la longueur est égale à AD.

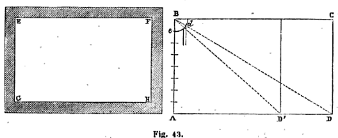


Fig. 43.

On aura l'épaisseur des murs EG, FH, en portant leur longueur de A en D', et, après avoir tiré la tiré la diagonale BD', on opérera comme pour les premiers.

On peut encore déterminer par le calcul l'épaisseur des murs que nous avons trouvée géométriquement. Faites une figure en proportion comme pour les exemples précédents et une simple règle de trois. La figure étant faite sur une échelle assez grande pour indiquer les centimètres, on mesurera avec cette échelle la longueur de la diagonale; connaissant par ce moyen les trois côtés du triangle ABD semblable au petit triangle B*de*, on aura BD est à B*d* comme AD est à *ed*. Exemple :

Supposons que la longueur du mur désigné par AD soit de 20 mètres et sa hauteur AB de 10 mètres, on trouvera la longueur de la diagonale de 22^{m},50; en prenant la neuvième partie de la hauteur AB, ou 1^{m},11 pour l'épaisseur à porter sur la diagonale de B en *d*, on dira : si 22^{m},50 donnent 1^{m},11, combien donneront 20 mètres, et on trouvera pour la valeur de *ed* 1 mètre.

Autre exemple : supposons la longueur du mur AD de 9^{m},09 et sa hauteur 3^{m},89, on trouvera la longueur de la diagonale de 9^{m},90; en prenant la neuvième partie de la hauteur, ou

$0^m,43$ pour l'épaisseur à porter sur la diagonale, on dira : $9^m,90 : 9^m,09 :: 43 : \times$, et l'on trouvera 0^m39.

Cependant, nous le répétons, comme dans la composition des édifices et des maisons les murs se combinent les uns avec les autres, il en résulte qu'avec une moindre épaisseur que celle trouvée par la règle précédente, ils peuvent quelquefois avoir une stabilité suffisante.

Il est facile de concevoir aussi que la résistance d'un mur placé entre deux autres murs sera d'autant plus grande que ces deux murs seront plus près l'un de l'autre ; de manière que dans un rapprochement extrême le déchirement serait impossible, et que dans un grand éloignement la partie du milieu ne résisterait guère plus qu'un mur isolé.

Les murs qui renferment un espace sont dans le cas du mur précédent, parce qu'ils se soutiennent mutuellement par leurs extrémités : ainsi leur épaisseur doit augmenter en raison de leur longueur.

Dans les maisons ordinaires, où la hauteur des planchers ne dépasse pas $3^m,90$ à $4^m,90$, pour trouver l'épaisseur des murs intérieurs ou de refend, il ne faut avoir égard qu'à la largeur de l'espace qu'ils divisent et au nombre de planchers qu'ils ont à soutenir. Quant aux murs de face, qui sont isolés d'un côté dans toute leur hauteur, il faut avoir égard à l'épaisseur du bâtiment et à son élévation. Ainsi un corps de logis simple exige des murs de face plus épais qu'un corps de logis double de même genre et de même hauteur, parce que leur stabilité est en raison inverse de leur largeur.

POIDS DU MÈTRE CUBE DES PRINCIPAUX MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION.

(L'eau prise pour unité,
ou comparée au mètre cube d'eau, pesant 1,000 kilogrammes.)

Plomb fondu	11346 kil.
Fer forgé	7783
Fer de fonte	7202
Zinc fondu	7138
Pierre meulière compacte	2484 à 2613
Tuiles ordinaires	2000
Sable pur	1900
Maçonnerie en moellon	1700 à 2300

Meulière poreuse	1242 à 1285 kil.
Chêne vert	930 à 1220
Pin du nord	814 à 828
Chaux vive sortant du four	800 à 887
Hêtre	714 à 857
Chêne sec	643 à 1015
Sapin commun	528 à 557

CHAPITRE II.

Des fondements.

Il y a dans toutes les constructions deux causes qui tendent à les détruire ; l'une est le tassement et l'autre la poussée. Ces deux causes de destruction sont le résultat de la pesanteur. Dans le tassement les corps agissent de haut en bas, verticalement avec toute l'énergie de leur poids, pour presser, comprimer et quelquefois même pour écraser ceux qui les soutiennent. Dans la poussée, la pesanteur ne pouvant agir librement, selon la direction qui lui est naturelle, tend à écarter les obstacles qui l'empêchent de la suivre.

Pour empêcher ces deux causes de destruction, il faut surtout apporter une scrupuleuse attention au terrain sur lequel on veut bâtir.

La solidité et la durée d'une construction quelconque dépendent, surtout et avant tout, de la nature du sol sur lequel elle est élevée; il faut que ce sol soit capable de résister au poids qu'on lui fait supporter, et que la maçonnerie achevée, elle ne soit pas exposée à faire de mouvements n'importe en quel sens. Le meilleur sol pour bâtir sera donc celui qui n'éprouvera aucune atteinte de l'effet de la pesanteur du bâtiment qu'on élèvera sur ce sol. Un sol peut être bon pour y établir une construction légère, mais il peut ne pas être assez solide ou assez ferme pour porter sans inconvénient, sans accident, une construction d'un poids considérable : d'où il résulte que la qualité du sol ou du terrain peut être subordonnée au poids plus ou moins grand qu'on établit dessus, c'est-à-dire qu'un terrain convenable pour une bâtisse légère peut ne pas convenir pour y élever une construction d'un poids considérable.

Si le sol est d'une nature identique dans toute l'étendue du bâtiment, et si le poids du bâtiment est également réparti dans toute sa superficie, le tassement du sol peut avoir lieu sans préjudice pour la construction, par la raison que le tassement général et égal n'opère point de ruptures dans les murs. Si au contraire la charge constituée par un bâtiment est inégalement combinée, si par exemple il y a des portions plus hautes et plus massives les unes que les autres, il s'en suivra une pression inégale du sol qui aura pour conséquence d'opérer des déchirements ou des lézardes dans la construction. Il peut arriver encore que par l'inégale fermeté du sol, ainsi que par l'inégale répartition du poids, le bâtiment subisse des tassements seulement dans certains endroits et non dans d'autres, ce qui amène également des ruptures et des crevasses. Quand on a la liberté du choix, on doit éviter des sols comme ceux que nous venons d'indiquer. Mais si au contraire on est contraint par une cause ou une autre à bâtir sur un mauvais sol, on doit prendre certaines précautions pour rendre un mauvais sol en état de porter, sans fâcheux résultats, des constructions pesantes quelconques.

Le sol pourrait être classé en quatre catégories selon la résistance qu'il oppose à la construction élevée dessus.

La première comprendrait les roches dures, qui résistent parfaitement au poids élevé dessus et qui n'en subissent aucune action. Ces roches ne se fouillent pas, on doit les travailler à la pioche, ou les faire sauter au moyen de la mine.

La seconde comprendrait les sols graveleux et les terrains sablonneux fermes, qui, encaissés dans des étendues limitées, ne sont pas susceptibles de compression.

La troisième comprendrait les terrains susceptibles de compression, sans pour cela s'étendre latéralement. On y rangerait les terrains argileux, les terres grasses, les terres végétales et tourbeuses.

La quatrième classe, enfin, comprendrait les terrains compressibles et qui étant comprimés s'échappent dans les directions latérales. Dans cette quatrième catégorie on rangerait les plus mauvais terrains à bâtir, tels que terrains à tourbe, marais, terrains d'alluvion et terrains rapportés.

La science qui a pour objet de sonder le sol et de bien établir les fondements a de tout temps été reconnue si importante, que depuis l'antiquité elle n'a pour aussi dire subi aucun progrès et que les conseils de l'ingénieur romain Vitruve peuvent toujours être suivis avec sûreté. Et qu'on n'oublie pas que les effets et les défectuosités causés par la négligence de ne pas avoir assez sérieusement sondé la nature du terrain à bâtir sont et restent éternellement irréparables.

Comme il arrive que diverses natures de sol alternent et alternent en couches plus ou moins profondes dans un même terrain à bâtir, il est indispensable, surtout si le bâtiment à élever offre une certaine superficie ou une superficie considérable, de sonder le terrain scrupuleusement en plusieurs endroits, si toutefois il n'est pas déjà suffisamment connu par des fouilles adjacentes. Mais encore dans ce cas on ne doit tirer de conséquences que si les couches naturelles des substances dont est formé le terrain s'étendent régulièrement aux alentours et si l'expérience a confirmé l'identité du terrain à bâtir avec celui où il a déjà été bâti. C'est en s'informant auprès des constructeurs du voisinage qu'on peut acquérir ces renseignements. Lors de la fouille des murs de fondation, il peut arriver qu'on rencontre plusieurs natures de sol dans les endroits divers; dans ce cas, il devient on ne peut plus urgent de fouiller le terrain dans toute l'étendue de la construction avant d'aller plus loin.

Souvent on arrive aussi à s'assurer de la nature du sol en creusant un puits afin d'avoir de l'eau à proximité pour les besoins de la maçonnerie. Le puits est un trou vertical en terre qui enseigne quelles sont les couches de substances qui constituent le terrain à bâtir.

Si le terrain est d'une nature sèche, on peut le sonder en creusant des trous d'une certaine profondeur. Ces trous peuvent être pratiqués aux points principaux de la construction future, aux principaux angles, sur l'emplacement des caves, par exemple. Il serait inutile de les pratiquer en dehors du périmètre de la fouille; on perdrait du temps et de l'argent. Ces trous creusés aux extrémités seraient descendus à la profondeur nécessaire pour s'assurer de la qualité du sol.

Quand le terrain est aqueux on le fouille jusqu'à l'eau, et à

partir de son niveau on le fouille au moyen de la sonde. A cet effet on se sert d'instruments divers suivant les contrées.

Du sondage.

Les sondes sont une espèce de tire-bouchon-cuillère qui fore et enlève : la sonde proprement dite est rivée ou soudée à une barre de fer de 27 millimètres environ carrée, et dont on augmente indéfiniment la longueur en y adaptant des rallonges ainsi que le fait voir la fig. 44. A la deuxième rallonge du haut est adaptée une poignée comme aux fortes tarières de charpentier et destinée à faire manœuvrer la sonde; ces différentes parties en constituent l'assemble. Nous donnons dans la figure quatre de ces parties : *a* est le sommet, *b* une des rallonges, *c* une cuillère et *d* un évidoir. A la pièce de sommet se trouve ce qu'on nomme un œil, avec une ouverture carrée dans laquelle on pratique la poignée destinée à faire fonctionner l'instrument. A son extrémité inférieure est un bourrelet carré avec une mortaise qui doit recevoir un tenon destiné à assujettir la rallonge. La pièce intermédiaire *b* a également à son sommet un bourrelet muni d'un tenon qui est destiné à entrer dans la mortaise de la pièce précédente. En bas cette pièce a comme la première un bourrelet avec une mortaise. Quand une pièce est entée ou emboîtée dans l'autre, ces deux pièces sont maintenues ensemble au moyen d'une cheville rivée. C'est de cette façon qu'on construit des sondes d'une grande longueur et qui descendent aux profondeurs voulues. La cuillère de notre figure est convenable pour sonder des terrains sablonneux et des terrains meubles, tandis que la sonde *d* est employée pour des terrains argileux et des terres grasses.



Fig. 44.

On comprendra facilement que les deux sondes dont nous venons de parler ne sont pas propres à ramener à la surface le sol foré si la sonde opère dans l'eau; elles ne ramèneraient rien en les relevant. On a donc inventé un autre moyen de s'assurer de la nature d'un sol dans l'eau.

A cet effet on emploie la sonde ou cuillère à soupape. A une sorte de potence de brimbale est pratiqué une sonde cylindrique avec une pointe tranchante placée en contre bas. Dans la partie inférieure et à l'intérieur du cylindre est adapté un petit bourrelet qui rapetisse l'orifice du cylindre. Cet orifice est fermé au moyen d'une soupape à charnière. Maintenant on comprendra aisément que quand la sonde fonctionne, la soupape est soulevée par l'action de la terre forée et que le cylindre en est rempli. En retirant la sonde, le poids de la terre entrée dans la cuillère fait par sa pression fermer la soupape, et laisse arriver la substance qui y est contenue à la surface du sol, dût-elle traverser des nappes d'eau.

Pour traverser ou percer des couches de cailloux roulés, limons ou calcaires, on se sert, au lieu de la cuillère, d'un outil en forme de poinçon, et qui ressemble à l'extrémité des pieux qui servent aux pilotis. Cet outil fonctionne au moyen d'un mouton ou d'un appareil à levier, qui fait monter et descendre le poinçon par chocs.

Quant aux forages de bancs de pierre, on se sert pour les effectuer d'outils qui font les fonctions de marteaux, qui pulvérisent et broyent la substance dure sur laquelle ils frappent. L'extrémité de ces marteaux est forgée en forme de coin; d'autres sont à cinq pointes, comme une sorte de griffe, opérant par la pression de leur pesanteur en tombant et qui sont tant soit peu tournés horizontalement à chaque choc qu'on leur fait faire.

Pour faire manœuvrer ces sondes et ces marteaux, on se sert d'appareils divers dans les différentes contrées d'un pays. Il est toujours convenable d'utiliser les moyens en usage dans les localités où on se trouve.

Comme les sondages ne sont destinés qu'à s'assurer de l'état et de la qualité du terrain à bâtir, il est inutile de les poursuivre au delà de la profondeur qui offre la résistance convenable au

but proposé, et qui indique le genre de fondements à employer.

Le roc, quand ses masses ne recouvrent pas en couches de petite épaisseur des cavités inférieures, est sans contredit le meilleur sol à bâtir. Des terres fermes, comprimées, au nombre desquelles on compte le gravier, le gros sable pierreux, en général des couches identiques de terre d'une grande épaisseur, offrent un bon sol pour la construction, si toutefois elles sont franches d'humidité et n'alternent pas avec des couches de terre meuble. Dans le cas où des tranches horizontales de terre comprimées et fermes alternent avec des couches meubles, il ne faut pas fouiller les couches fermes, mais au contraire les utiliser pour y asseoir la base des murs de fondation. On peut même considérer comme bon sol propre à bâtir le sable fin s'il se montre en fortes et épaisses couches. Un lit de sable de 2 mètres à $2^{m},60$ d'épaisseur suffit pour y élever sans danger un bâtiment de trois étages. Les sols argileux et glaiseux d'une moindre épaisseur offrent moins de sécurité que des sols secs, parce que les premiers sont détrempés par la pénétration des eaux pluviales; ils sont alors plus facilement comprimés de haut en bas et peuvent s'échapper latéralement.

L'infiltration des eaux dans des terres fermes est très-préjudiciable aux constructions lors des fortes gelées. Il est donc prudent de descendre tous les murs de fondation au moins à une profondeur assez grande pour que la plus forte gelée ne puisse pas atteindre le pied ou base de ces fondations. A cet effet un mètre de profondeur suffirait même dans nos climats du nord.

On doit considérer comme un mauvais sol tout terrain aqueux, marécageux, tout terrain rapporté, tourbeux, d'alluvion ou chargé de sable provenant de sources : et il faut bien se garder d'élever directement des constructions sur des sols de cette nature. Mais si des bancs de sable d'une certaine épaisseur les recouvrent, ils gagnent une grande solidité, et deviennent capables de résister à des poids considérables.

Quand on est obligé d'établir des fondements sur des terres légères ou poreuses, et qui ont été remuées, il faut préalablement les battre jusqu'au refus du mouton ou autre machine dont le choc soit proportionné à la charge des constructions qu'on doit établir dessus. Sur ce sol bien battu, on construira

les fondements comme nous l'indiquerons plus loin pour les bons sols.

Le moyen de battre le sol est souvent préférable et moins coûteux que le pilotage, parce que la terre comprimée par les pieux oppose quelquefois une telle résistance et occasionne un frottement si considérable, qu'il s'oppose à l'enfoncement des pilots, et les empêche de céder au choc du mouton, quoiqu'ils n'aient pas atteint le bon sol. Le battage d'un terrain compressible et la maçonnerie des fondations établis dessus effectuent, au contraire, d'avance le tassement dont la terre est susceptible, et la rend assez ferme pour résister à la charge qu'elle doit soutenir, sans crainte de réaction.

Il faut renfermer et dessécher les sables mobiles et ceux à travers lesquels suinte l'eau. On fait usage pour cette opération de pilotis et de palplanches ou mandrins plantés dans le sol comme des pieux, pourvu qu'ils puissent pénétrer assez avant dans la couche de terrain inférieure, pour résister aux effets de la mobilité du sable et faciliter l'épuisement de l'eau, s'il en est pénétré.

Le meilleur moyen pour établir des fondements solides sur cette espèce de sol est d'étendre sur toute la superficie de l'enceinte formée par les pieux ou les palplanches une forte couche de béton ou de maçonnerie en blocage à bain de mortier, ainsi que nous l'indiquerons plus loin. Sur cette couche bien battue, nivelée et arrosée, on posera à 35 ou à 65 centimètres en retraite une assise de forts libages aussi à bain de mortier, et battus pour servir de base aux fondations des murs ou points d'appuis.

Pour former l'enceinte on se sert d'un double rang de pieux réunis par des palplanches, dont l'intervalle est rempli de glaise ou de terre franche, ainsi faite cette enceinte convient également pour les terres marécageuses et les fondements dans l'eau. Pour élever cette espèce d'enceinte, nommée ***bâtardeau***, on pratique dans des pieux, plantés à très-peu de distance les uns des autres, des rainures dans lesquelles on fait entrer des palplanches ou madriers en bois de chêne taillés en pointe par le bas. La largeur intérieure de cette espèce d'encaissement peut avoir depuis 1 jusqu'à 4 mètres de largeur, en raison de son étendue et de la puissance de l'eau.

Quant aux fondements dans la glaise, il est dangereux decreuser ou de piloter dans un tel terrain. Pour construire dessus d'une manière solide, il faut poser les fondements du bâtiment sur un grillage decharpente recouvert de plates-formes. Ce grillage est formé de pièces de bois longitudinales et tranversales de 25 à 30 centimètres d'équarrissage, assemblées à queue d'aronde. Sur ce grillage enfoncé de son épaisseur dans la glaise, on forme un plancher de niveau dans toute son étendue avec des madriers jointifs de 8 à 10 centimètres d'épaisseur et chevillés sur les pièces de bois de grillage. C'est ensuite sur ce plancher qu'on établit la première assise de libages pour la fondation des murs. Pour éviter tout *tassement inégal*, il faut construire tous les murs ensemble et par assise générale, c'est-à-dire ne commencer de nouvelle assise qu'après avoir entièrement achevé celle de dessous dans tout son pourtour.

Il faut agir de même pour établir des fondations sur la tourbe, sur les terrains vaseux et marécageux. Mais il faut que l'épaisseur et la consistance du terrain vaseux soient partout égales, afin que le tassement se fasse uniformément et de manière que toutes les parties élevées au-dessus conservent leur aplomb.

On compte parmi les fonds solides les rocs, les masses de carrières non fouillées, le gravier, les terrains pierreux, le gros sable mêlé de terre, le tuf, les terres franches et compactes qui n'ont pas été remuées.

Les mauvais terrains sont les terrains formés de sable fin (plus il est fin plus il est mauvais), ceux qui sont formés de décombres, de terres rapportées, etc.; les terrains tourbeux, vaseux, marécageux doivent subir une préparation avant d'y asseoir les bâtiments. On ne doit jamais fonder une construction quelconque directement sur la surface du sol. Après avoir enlevé la terre franche, il faut creuser le sol jusqu'à ce que l'on rencontre un bon sol, capable de porter ce que l'on veut élever dessus. Pour de petites constructions il y a lieu d'enfoncer les fondements jusqu'à 75 centim. ou 1 mètre, et pour les murs de cave il faut les descendre jusqu'à un mètre audessous de leur niveau.

Lorsqu'on veut fonder solidement, il faut que la première

assise soit faite en libages, c'est-à-dire en grosses pierres sans parement, dont les lits soient dressés et piqués à la grosse pointe. On pose cette assise, après avoir bien nivelé et battu le sol, sur un lit de mortier, ou sur la terre, mais après l'avoir arrosée avec un lait de chaux. Cette première assise doit être battue à la hie ou demoiselle; le surplus peut être construit en gros moellons posés à bain de mortier et battus à mesure, avec des chaînes en libages sous les points d'appui et les parties les plus chargées, en proportionnant leur épaisseur à la charge qu'ils ont à soutenir.

Lorsqu'on s'est assuré qu'il n'y a pas de cavités sous le roc ou sous la masse apparente de carrière, et que leur épaisseur est assez forte pour soutenir, sans se rompre, le poids des constructions qu'on se propose d'élever au-dessus, on commence par faire dresser de niveau les parties sur lesquelles doivent poser les premières assises. Si le roc est trop inégal, on le divise par banquettes ou gradins de niveau, et afin que les parties basses ne soient pas dans le cas de tasser, il faut, s'il est possible, les construire en pierre de taille ou libages posés sans mortier, jusqu'à la hauteur de l'arrasement général. Si l'on est obligé de construire en maçonnerie de moellons et mortier, il faut avoir soin de la battre par assise, pour diminuer autant que possible l'effet du tassement. Lorsqu'on sera arrivé à l'arrasement général, il sera à propos de laisser reposer l'ouvrage pendant quelque temps, pour que la maçonnerie puisse acquérir une certaine consistance avant de construire dessus.

La fermeté d'un sol, tel que le roc, peut aussi permettre de n'établir les fondements que sur des points d'appui éloignés les uns des autres et réunis par des arcs.

Pour établir des fondements dans l'eau ou dans un endroit qu'on ne peut mettre à sec, on enlève auparavant avec des dragues la vase qui est au fond. Ensuite l'on plante deux files de pilots l'une parallèle à l'autre, placées à une distance proportionnée à l'élévation de l'eau, entretenus avec des liernes et entre-toises; ensuite on enfonce dans l'intérieur du batardeau, le long de ces pilots, des files de palplanches, formant un coffre que l'on remplit de glaise ou d'autre terre liante. La vase doit préalablement être enlevée pour asseoir le batardeau, afin

d'empêcher que l'eau ne filtre par le fond, ce qui arriverait immanquablement. A défaut de glaise, on peut employer de la terre; plus elle sera forte et grasse, mieux elle vaudra : il faut prendre garde qu'il ne s'y trouve ni branche ni racine, ni cailloux ni graviers; on la jette dans le batardeau par lits de 35 centim. d'épaisseur, qu'on réduit en la battant à 20 à 22 centimètres.

Les batardeaux en terre doivent avoir une épaisseur égale à la profondeur de l'eau, depuis 1 mètre jusqu'à 3; mais on ne leur donne jamais moins d'un mètre d'épaisseur. Pour les profondeurs au-dessus de 3 mètres, on se contente d'ajouter 33 centimètres pour 1 mètre de profondeur de plus; ainsi pour $3^{m},90$, $4^{m},90$, $5^{m},85$, $6^{m},80$, etc., on donne $3^{m},25$, $3^{m},60$, $3^{m},90$, $4^{m},25$ d'épaisseur. Lorsque les batardeaux sont remplis de glaise, il suffit de leur donner pour épaisseur les deux tiers de la hauteur de l'eau, à partir de 1 mètre jusqu'à 3, et d'augmenter cette épaisseur pour les profondeurs au-dessus de 3 mètres, comme nous venons de l'indiquer. Mais c'est plutôt l'expérience que le calcul qui a déterminé ces épaisseurs.

Du Béton (1).

Le béton en œuvre peut être regardé comme une maçonnerie coulée, formée de pierres ou briques concassées à la grosseur d'un œuf et de mortier hydraulique en quantité telle que les pierres y soient entièrement noyées et retenues; ainsi fait; le béton présente une masse compacte et uniforme, qui lorsque son ensemble a fait prise offre en peu de temps la résistance de pierres de moyenne dureté. Comme une couche ou assise de béton peut être considérée comme formant un seul morceau, une seule masse, on comprend de suite les services qu'il peut rendre pour la fondation des bâtiments. Une couche de béton de 11 centim. d'épaisseur peut supporter un poids de 380 kilogrammes sans se rompre. Si l'on étend une masse de béton de 55 centim. à 1 mètre d'épaisseur sur le plus mauvais sol, en donnant à cette masse une largeur en rapport avec la compres-

(1) Voyez *Traité pratique de l'art de bâtir en béton*, par Lebrun; Paris, 1835.

sibilité du sol, il est impossible d'admettre aucune séparation des matières composant cette masse compacte, cette masse liée et dure. Il s'ensuit que puisque la mise en œuvre du béton n'amène aucun choc, aucune commotion du sol, le béton est préférable à toute autre matière pour fondement dans un mauvais sol; et si l'on préfère la solidité à une économie parcimonieuse, dans la plupart des cas douteux on donnera au béton la préférence pour les fondations.

Il va de soi que la bonne qualité du béton dépend surtout de la qualité de la chaux hydraulique et de l'addition du trass au ciment, de la pureté et de la vivacité des arêtes des pierres employées, et enfin du mélange soigneux des matières qui le composent. La masse ne doit offrir que la quantité de mortier nécessaire pour envelopper les pierres concassées et remplir les interstices qui pourraient s'établir. La proportion du mortier ne doit pas dépasser les 2/5 cubes de la totalité de la masse. Après la trituration des substances, le cube de la masse est de 1/8 à 1/5 moindre qu'avant le mélange du mortier avec les pierres ou briques. Dans des fondements à sec, au-dessus de l'eau, afin d'obvier à une prise (dureté) trop précipitée, on peut ajouter à la chaux hydraulique 1/8 à 1/4 de son volume de chaux grasse et plus de sable dans les mêmes proportions.

On prépare le béton sur une aire ou plancher formé de fortes planches, de madriers ou de dalles; ce plancher aura de 12 à 14 mètres de longueur, de 3 à 5 mètres de largeur. A une des extrémités longitudinales, de ce plancher on placera une couche de mortier hydraulique, et sur cette couche on étendra également les pierres concassées du volume environ d'une grosse noix ou d'un œuf. Deux ou trois ouvriers munis de forts râteaux à dents de fer tireront la masse à eux, de manière à ce que les pierres en mouvement soient amalgamées avec le mortier mu en même temps; d'autres ouvriers suivent de face les premiers, et, munis de pelles, ramassent les pierres et le mortier restés en route pour les jeter ensuite dans la masse ou sur le tas en mouvement. Quand le plancher a été parcouru de cette manière, les ouvriers changent de position et recommencent l'opération de nouveau en roulant la masse avec leurs rateaux. Quand elle est bien triturée ou amalga-

mée, on la dépose en tas. Elle peut être employée le lendemain ; mais il vaut infiniment mieux s'en servir immédiatement à la suite de sa confection.

Pour les constructions à établir sur un sol de médiocre résistance, on peut éviter des fondations trop profondes ou trop épaisses, en établissant un béton de deux ou trois fois la largeur des murs à construire et en donnant à cette couche de béton une épaisseur de 40 à 55 centimètres. S'il s'agit de murs élevés portant des poids considérables, on donnera à cette couche de 80 centimèt. à 1 mètre d'épaisseur. Indépendamment de la sécurité qu'offre la couche de béton contre des tassements partiels, elle empêche encore l'humidité du sol inférieur de s'élever dans les murs.

L'eau de source n'est pas un obstacle à l'emploi du béton : car ce dernier la refoule et acquiert une dureté d'autant plus forte que l'eau le submerge pendant un certain temps.

« Lorsqu'on veut obtenir un béton tout à fait imperméable et susceptible de résister à de fortes pressions d'eau, il est indispensable que le mortier remplisse complétement tout le vide existant dans la pierraille, et pour cela il est nécessaire que la quantité de mortier soit au moins égale au volume du vide. Ordinairement même, pour être bien sûr d'un remplissage complet, on en augmente la quantité d'environ 1/4 du volume du vide.

« Mais lorsque les constructions ne sont pas soumises à des pressions d'eau et qu'elles s'exécutent dans des lieux secs et dans le but seulement d'obtenir des massifs incompressibles, on peut se borner à ajouter à la pierraille une quantité de mortier égale seulement à celle du vide qu'elle renferme, ou même un peu moindre.

« Des expériences faites dans un grand nombre de chantiers ont fait connaître qu'une masse de pierre concassée dont les morceaux ne dépassent pas la grosseur d'un œuf contient à peu près 38 pour 100 de vide quand les morceaux ne sont pas tous de grosseur uniforme, et que le volume du vide atteint encore 48 pour 100 quand tous les morceaux sont de grosseur uniforme ; de sorte que dans un mètre cube de biscailloux propres à faire du béton, par exemple, on peut approximativement

évaluer qu'il y a de 520 à 620 décimètres cubes de parties solides et de 380 à 480 décimètres cubes de vide. Ces données peuvent être prises comme des approximations ou des moyennes; mais si l'on veut opérer avec exactitude, on peut déterminer le vide relatif d'une masse de pierraille en procédant comme il suit :

« On prend un tonneau ou un bac bien étanche, et dont la capacité a été préalablement bien cubée, et on le remplit ensuite avec de la pierraille concassée et préparée pour la fabrication du béton, qu'on a pris la précaution de mouiller préalablement et de laisser égoutter, afin de faire absorber par la pierre toute l'eau qu'elle peut retenir dans ses pores.

« Cela fait, et en se servant de vases préalablement jaugés, on verse de l'eau dans le tonneau rempli de pierraille, et l'on continue l'opération jusqu'à ce qu'on voit l'eau affleurer au bord du vase.

« On constate ainsi :

« 1° La capacité égale à celle du tonneau occupée par la pierraille;

« 2° Le volume des vides qu'elle contient, et qui est évidemment égal à celui de la quantité d'eau qu'on aura pu y verser sans la faire déborder du tonneau.

« On aura donc, de cette façon, la proportion du vide au plein de la pierraille, et l'on pourra d'après cela, en se basant sur ce qui a été dit plus haut, déterminer les quantités proportionnelles de pierraille et de mortier nécessaires pour constituer un bon mélange. »

« Voici au surplus quelques dosages indiqués par MM. Laroque et Claudel, qui pourront servir de types dans un grand nombre de cas.

	MORTIER, mètre cube.	CAILLOUX, mètre cube.	
Béton gras..........	0,55	0,77	Pour radiers, réservoirs, etc., soumis à une pression d'eau considérable.
— ordinaire......	0,52	0,78	Pour les ouvrages de maçonnerie des eaux et égouts de la ville de Paris.
— ordinaire......	0,48	0,84	Pour les travaux de navigation dans Paris, fondations de piles de pont, de murs de quai, etc.

	MORTIER, mètre cube.	CAILLOUX, mètre cube.	
Béton un peu maigre.	0,45	0,90	Pour fondations d'édifices sur terrains mauvais.
— maigre........	0,38	1,00	Massifs, fondations sur terrains secs et mouvants.
— très-maigre....	0,20	1,00	

« Le transport du béton fabriqué, lorsque par les dispositions mêmes du chantier il n'arrive pas directement aux endroits où il doit être mis en œuvre, se fait dans des brouettes ou dans de petits wagons basculant en avant ou de côté, et parfois s'ouvrant par le fond au moyen de clapets (1) pour laisser écouler la matière qu'ils contiennent à l'emplacement convenable.

« Lorsqu'on travaille à sec, le béton se prend à la pelle et se pose par couches sur le terrain préparé, en le laissant couler suivant son talus naturel sur les bords du massif. On prend soin seulement de le poser par couches régulières de 20 à 25 centimèt. d'épaisseur, qu'on affermit en les pilonnant avec des dames en fer ou en bois.

« Lorsque le bétonnage doit être circonscrit par des faces verticales ou moins inclinées que celles du talus qu'il prend naturellement au moment où on l'emploie, on se sert d'un coffrage suffisamment solide fait en bois et en planches, offrant intérieurement la forme du massif de béton à construire, et on y étend la matière par couches de 20 à 25 centim. d'épaisseur, comme dans le cas précédent. Ces coffrages peuvent être faits de manière à pouvoir être démontés et à servir ainsi successivement à la confection de diverses parties de mur ou de massif, d'une façon analogue à ce qui se pratique pour les constructions en pisé.

« Malgré toutes les précautions que l'on prend lorsqu'on coule du béton sous l'eau, il arrive toujours qu'une certaine quantité de la chaux du mortier se délaye et forme ce qu'on appelle une *laitance*, qu'il est important d'enlever ; on réserve pour cela à proximité du massif de béton une dépression dans laquelle ces laitances se rassemblent et d'où on les enlève de temps à autre avec des louches ou des augets à clapet, et l'on

(1) Soupapes à charnières.

a soin de procéder à l'étalage successif du béton de manière à chasser, par le fait même de l'opération, les laitances précédemment formées vers le point préparé pour les recevoir.

« En général, dans nos climats il convient de ne pas travailler aux ouvrages de maçonnerie avant le 1er mars et après le 1er novembre. » (DEMANET.)

Dans le cas où l'on serait obligé de circonscrire l'espace où l'on veut jeter des fondements dans l'eau, on s'y prendra de la manière suivante pour pouvoir travailler à sec. On enfoncera une rangée de pilots ou pieux extérieurs D descendant plus bas que le fond de la couche de béton en les joignant aussi bien que possible pour empêcher la pénétration de l'eau et en les maintenant au-dessus du niveau de l'eau au moyen de traverses comme on peutle voir dans la figure 45. En dedans de ces deux rangées de pieux, on étend le massif horizontal de béton A dans la totalité de l'étendue contenue entre les deux rangées de pilots. Avant que ce massif ne soit entièrement pris, ce qui s'opère dans un temps plus ou moins long, de deux à trois jours environ, on enfonce, à une distance de 65 centim. à 1 mètre de distance de la première rangée de gros pieux, une cloison *b* en palplanches taillées en chanfrein ou en biseau vers le bas, de manière à ce que son pied pose de 8 à 10 centimètres dans le massif de béton. Ces palplanches sont maintenues à leur sommet par des soles ou sablières longitudinales *c*. Ces préparatifs terminés, on remplit de béton l'espace BB compris entre la rangée de gros pieux et les palplanches, jusqu'à une hauteur un peu au delà du niveau le plus élevé de l'eau. Quand le béton est pris, on vide l'espace compris entre le fond et les deux murs de béton, et alors on maçonne à sec.

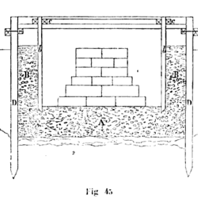


Fig 45

On ne peut répéter trop souvent que la première condition pour obtenir un bon béton, c'est que la chaux doit être parfaitement convertie en hydrate avant qu'elle ne soit mélangée avec les matières qu'elle est destinée à envelopper. Il faut donc d'abord la réduire à l'état de pâte épaisse, ensuite la changer en mortier avant d'y mêler les cailloux concassés. Au lieu de jeter le béton de la surface du sol sur l'endroit où il doit être employé, et où on le laisse s'asseoir comme il peut, on devrait le rouler et le damer; car lorsque le béton est précipité d'une certaine élévation, les matériaux se séparent les uns des autres, et alors le fond d'une épaisse couche de béton est privé de la proportion de chaux qui doit lui revenir. L'avantage de faire d'abord un mortier de chaux, c'est que la chaux remplit plus parfaitement les interstices des pierres, des cailloux ou du gravier, et fait du béton ce qu'il doit être, c'est-à-dire une sorte de maçonnerie de cailloux de toutes formes et de toutes dimensions.

Pour les travaux hydrauliques où la prise du béton doit être rapide, on peut faire un excellent béton avec un mélange de chaux hydraulique, de pouzzolane et de sable. Les proportions suivantes sont données par le général Treussart, comme ayant eu les meilleurs résultats.

30 parties de chaux hydraulique, très-énergique, mesurée en volume avant l'extinction,
30 — de trass d'Andernach,
30 — de sable,
20 — de gravier,
40 — de cailloux concassés, pierre calcaire dure.

Après manipulation ces proportions ont diminué d'un cinquième de volume; on prépara d'abord le mortier, et ensuite on y ajouta les cailloux et le gravier. Dans le cas où l'on emploierait la pouzzolane d'Italie, les proportions seraient comme il suit (mesurées en volume comme précédemment):

33 parties de chaux hydraulique énergique, dosée avant l'extinction,
45 — de pouzzolane,

22 parties de sable,
60 — de cailloux concassés en gros gravier.

Le premier de ces deux bétons doit être employé immédiatement après sa préparation, et le second doit être exposé à l'air pendant douze heures environ avant d'être mis en œuvre.

Dans le cas où l'on ferait emploi de glaise cuite et de briques pilées, les proportions seront les mêmes qu'avec le trass ; mais cette matière ne doit pas être employée dans l'eau de mer. Si à la chaux hydraulique on substitue des chaux riches, grasses, la dose de la pouzzolane naturelle ou artificielle sera augmentée et celle du cailloux ou gravier diminuée.

Par ce qui précède, on voit qu'on entend par fondement l'ensemble, la totalité de la portion d'une construction destinée seulement à servir de base à celle qui doit être élevée au-dessus. On désigne par fondement *naturel* un terrain ou base solide sur lequel on peut bâtir en toute sûreté. Quand il s'agit de fondement *artificiel*, il est formé de bois de charpente, de béton ou d efascines, etc., placées sur un sol trop mou ou trop mouvant pour supporter par lui-même le poids d'un bâtiment, et qui nécessite l'emploi d'une combinaison afin de répartir le poids également sur une surface étendue.

Il ne faut pas oublier que toute construction formée d'assises, soit de pierres soit de briques, tassera jusqu'à un certain degré, et qu'à peu d'exceptions près tous les terrains sont plus ou moins compressibles sous le poids ou la charge qui est élevée sur eux. Il s'agit donc surtout de chercher à faire opérer uniformément le tassement et surtout à le prévenir. Il faut tendre à ce que le bâtiment élevé se maintienne intact, sans vice et sans lézardes, comme sans fentes et sans crevasses.

Pour y parvenir, il s'agit de répartir également le poids sur une grande étendue, et ensuite d'empêcher les matériaux employés de s'échapper de côté.

Il y a différents genres de fondements, qu'on pourrait diviser en deux grandes catégories :

1° Les fondements construits dans le cas où le sol naturel est suffisamment ferme et solide pour supporter le poids de la construction future ;

2° Les fondements construits dans le cas où une plate-forme artificielle est nécessaire par suite de la compressibilité du sol.

Ensuite, on aura encore 1° les fondations dans lesquelles l'eau n'offre aucun obstacle à l'exécution des travaux, et 2° les fondations faites dans l'eau.

Quand le sol est bon et à l'abri de l'air et de l'eau, comme la roche ou le gravier durci, on n'a besoin que de niveler les fouilles creusées pour les murs de fondation, de sorte que la maçonnerie s'élève d'un même niveau. Si la construction à élever était importante et si l'on trouvait des parties compressibles ou des irrégularités dans le fond solide, il serait convenable d'y substituer du béton, qui est presque incompressible à toute force, excepté à celle produite par un choc. Il est préférable d'employer à cet effet le béton plutôt que la maçonnerie, attendu que la compression des joints en mortier amènerait infailliblement quelque tassement irrégulier.

Dans le cas où il serait absolument nécessaire que certaines portions des fondements s'élevassent d'un niveau inférieur aux autres, il faut avoir un soin tout particulier de tenir les joints aussi minces que possible, ou bien il faut exécuter ces parties inférieures en ciment ou en mortier compacte. Sans cette précaution il serait difficile de conserver de niveau les joints de la construction future ; car le tassement se ferait précisément sur les points où se trouveraient le plus grand nombre de joints de mortier.

Quand on rencontre un sol qui est sujet à subir l'influence de l'air et de l'eau, il faut le protéger contre cette influence en enfonçant les fondements jusqu'à une profondeur hors d'atteinte des chaleurs de l'été ainsi que des gelées de l'hiver. On peut aussi pour soustraire un sol à cette influence, y étendre de niveau et en suivant les fouilles des murs, une couche de béton. C'est pour avoir négligé ces précautions qu'on voit fréquemment des bâtiments nouvellement élevés sur des fondements peu profonds, sérieusement compromis par la contraction et l'expansion du sol.

Il y a d'autres sols qui pour être remués demandent l'action de la mine, et qui néanmoins se décomposent rapidement au contact de l'atmosphère, en subissant une action chimique qui

détruit complétement leur cohésion. Il y a aussi des lits dans la formation du liais qui à première vue ont l'apparence de roches dures, mais qui se changent en boue ou en poussière après avoir été exposés peu de temps à l'air.

Aussi lorsqu'on a à travailler un sol aussi expansible et aussi traître, doit-on le laisser le moins longtemps possible exposé à l'air et le recouvrir promptement.

Quand le bon sol se trouve en-dessous d'un sol meuble ou mouvant, la dépense est quelquefois trop forte pour enlever le mauvais sol. Alors on élève un certain nombre de supports qui, s'appuyant sur le bon sol, traversent le sol mouvant, et sur ces supports on construit la plate-forme destinée à supporter la construction future. Cette opération peut être faite de plusieurs manières; voici celles qu'on emploie généralement :

1° On creuse des trous à travers le terrain meuble, qu'on remplit ensuite de sable, de gravier ou de béton, ou de toute autre matière incompressible. On chasse en terre de forts pieux jusqu'au bon sol : aussitôt retirés, on remplit de sable le vide qu'ils laissent.

2° On *enfonce* des pieux en bois ou en fer à travers le mauvais sol jusqu'à ce qu'ils atteignent le bon sol.

3° On *visse* des pieux dans le terrain jusqu'à ce qu'ils atteignent le bon sol.

4° Des cylindres creux en fer de fonte sont descendus jusqu'à ce qu'ils reposent sur le bon sol; afin de faciliter la descente de ces tuyaux, on les vide au fur et à mesure qu'ils se remplissent de mauvaise terre.

Dans le cas contraire, où une croûte de bon sol s'appuie sur un fond dangereux, il faut y toucher le moins possible, et s'abstenir de tout ébranlement du sol soit en pilotant soit en enfonçant des pieux ou en employant d'autres moyens semblables. Mais on réduira, autant que faire se peut, le poids de la construction à élever dessus, et l'on en répartira la pesanteur sur la plus grande étendue horizontale possible.

Quand le mauvais sol est seulement compressible, on peut lui faire faire son tassement extrême en chargeant les fondements avant de commencer la construction, qui alors peut être continuée sans crainte de tassement.

Si le mauvais sol sous la bonne croûte se composait d'argile humide et délayée, il faudrait avoir soin de ne pas faire de tranchées trop profondes ou d'égouts dans son voisinage, car ils pourraient occasionner un glissement considérable.

Si le mauvais sol est du sable, il n'y a que peu ou point de tassement à craindre tant que ce sol ne sera pas entamé. Mais s'il était exposé à l'action de l'eau, on ne peut nullement compter sur un sol pareil, car il est constamment exposé à être miné. Ainsi une haute cheminée se maintient parfaitement d'aplomb pendant de longues années sur un sol formé de sable sec, et elle peut être détruite dans quelques jours si on creuse un puits dans ses environs, ou si on établit un égout à une distance même assez considérable de la cheminée.

Il faut donc apporter un soin particulier dans l'établissement des constructions et d'égouts, tranchées, etc., dans le voisinage de bâtiments achevés, quand on connaît l'existence d'un sol compressible et meuble sous un bon sol à bâtir.

Enfin, si le sol inférieur était d'une nature tourbeuse, l'on devrait drainer le site à bâtir avant de commencer les constructions, et cela aussi parfaitement que possible.

Nous avons à nous occuper maintenant des récentes méthodes employées pour établir des fondements dans l'eau. On a remarqué que le système de pieux en bois en partie hors de l'eau était préjudiciable, vu que la pourriture les gagnait au niveau de l'eau. Dans des lieux soumis à la marée, le bois est bientôt attaqué par les vers et détruit par les ravages qu'ils y font.

On a donc eu recours à des pieux en fer de fonte soit pleins soit creux, carrés ou circulaires. Quand ces pieux sont creux, on en retire la terre au moyen d'un forage pratiqué dans l'intérieur des pieux, afin de faciliter leur descente. Par ce système on peut enfoncer avec facilité des pieux en fonte dans du gravier ou dans de la craie. Il est cependant à remarquer que les pieux ou cylindres en fer de fonte ne sont pas de longue durée dans l'eau salée; la fonte s'y ramollit à tel point qu'elle a pu être entamée par le couteau.

Le système de pieux à vis a été employé avec succès dans la construction aux bords de la mer, dans celle de phares, par

exemple, ainsi que dans des cas où d'autres systèmes auraient échoué. Les pieux à vis sont d'un bon emploi dans les lieux où toute autre méthode ne peut être pratiquée, par exemple, dans des bancs de sable, soit dans les rivières, soit dans la mer.

On a aussi imaginé de faire des fondations au moyen de cylindres creux en fonte, cylindres qu'on peut considérer comme de forts et gros pieux creux. On les laisse s'enfoncer par leur propre poids en ayant soin de retirer la terre de l'intérieur afin de leur faciliter la descente dans le sol, ou bien on les enfonce au moyen de l'air comprimé. Enfin on a inventé de les *visser* dans le sol, comme on le pratique pour les pieux simples. Quand les cylindres creux en question ont un grand diamètre, il est d'usage de les remplir de béton ou de maçonnerie, et dans ce cas on peut les considérer comme des caissons plutôt que comme des pieux.

Quand le sol est seulement mou et non liquide, on le consolide en y enfonçant des pieux jusqu'à ce qu'il devienne si ferme et si incompressible, que les pieux refusent de s'y enfoncer par le frottement latéral. Une seconde manière de consolider ce terrain, c'est d'y établir une plate-forme de fascines, de charpente ou de béton; cette plate-forme se pratique entre le mauvais sol et les constructions à y élever au-dessus. Par ce moyen on fait une répartition égale du poids sur une grande étendue de la surface qui doit supporter.

Ces deux systèmes sont souvent combinés ensemble. On entoure fréquemment le sol de l'œuvre de pieux derrière lesquels sont placés des madriers ou des palplanches afin d'empêcher l'éboulement des terres. Alors on consolide le sol en y enfonçant des pieux à une petite distance les uns des autres. Quand cette opération est terminée, on coupe de niveau la tête de tous les pieux enfoncés, on enlève la terre ou tous autres matériaux intermédiaires dans une profondeur de 60 à 90 centimètres de profondeur. Ces excavations ou déblais faits, on les remplace par du béton; ensuite on couvre la surface horizontale de madriers (le sapin en est exclu) sur lesquels on élève enfin la maçonnerie de fondation. Quelquefois on ne place pas les madriers sur la tête des pieux, mais sur une sorte de gril,

formé de pièces horizontales, placées d'équerre les unes sur les autres, ainsi que l'indique la figure 46.

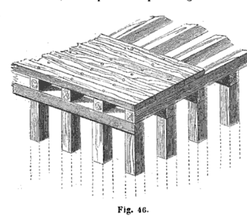


Fig. 46.

Quoique fréquemment employé, l'usage de chasser des pieux dans un terrain mou, afin de le consolider, n'est pas des plus recommandables ; il a pour résultat de broyer le sol et de le faire ressembler à une pâte délayée. Dans ce cas, au lieu d'enfoncer des pieux, il vaut mieux creuser ou *forer des trous* avec une forte tarière, et cela à une profondeur considérable, les remplir de sable, lequel, ayant presque la propriété d'agir comme un liquide, est un bon ingrédient pour répartir la pression sur tous les points d'une étendue de grande dimension. Quant au pieu en bois, il est clair que la pression n'est transmise que de haut en bas selon la direction de la longueur de ce pieu ; mais une pile de sable transmet le poids dont on la charge non-seulement au fond ou à sa base, mais encore sur les côtés, c'est-à-dire latéralement, et n'ébranle point le sol par les vibrations, telles que les produisent l'enfoncement des pieux.

Il y a de nombreux cas dans lesquels le sol est trop mou pour supporter le poids des murs sans avoir recours à des moyens artificiels, et dans lesquels une large tranchée remplie de sable sec serait une meilleure précaution à employer pour empêcher le tassement que l'emploi des grils en charpente, le béton ou tout autre expédient destiné à répartir simplement la pression en sens vertical.

Si le sol est à moitié liquide, c'est-à-dire s'il est formé de boue, de vase ou de tourbe, l'opération pour le consolider est

des plus difficiles. On ne doit jamais manquer de construire une plate-forme solide, inébranlable, sur laquelle flottera la construction future, comme si elle flottait sur le sol liquide lui-même, et dans lequel elle s'enfoncera à une profondeur considérable. On éprouve alors les fondements dans ce cas en les chargeant aussi fortement que possible, et d'un poids équivalent à celui du bâtiment qu'on veut élever dessus. Par ce moyen, qui demande du temps et de la main-d'œuvre, il est vrai, on parviendra du moins à éviter des tassements désastreux.

Fondements dans l'eau.

Il s'agit maintenant de nous occuper des fondements de la plus difficile espèce, c'est-à-dire de ceux qui se pratiquent dans l'eau, appelés travaux hydrauliques, dans des terrains mous et d'alluvion.

Si le terrain est passablement ferme, on peut le circonscrire par un batardeau. Il faut cependant faire observer que dans ce moyen de procéder il y a toujours à craindre que le terrain ne soit soulevé par la pression de l'eau; aussi est-il en général nécessaire de lester le terrain, c'est-à-dire de le charger de nombreuses pierres placées sur des madriers afin d'éviter les accidents. Il est quelquefois prudent d'opérer par petites parties et de compléter une portion avant que la fouille d'une autre ne soit commencée.

Quand le sol est à moitié liquide, l'exécution d'un batardeau devient impossible. Alors le moyen le plus efficace est de faire plonger l'ouvrage par caissons, le fond ayant été préalablement couvert d'un lit de fascines, chargé de maçonnerie en moellon ou en brique. Ces lits de fascines sont très-usuels en Hollande pour les ouvrages hydrauliques ; ils sont quelquefois de très-grande dimension et de 60 à 90 centimètres d'épaisseur. Ces lits de fascines sont formés de bottes de fascines qui se croisent à angles droits, assujetties par des cordes goudronnées et consolidées par des perches ainsi que par des liens d'osier. Ces sortes de plates-formes sont alors chargées de gravier et de cailloux et plongées dans l'eau au moyen de cordages

pour les diriger vers les lieux où elles doivent se loger, et où on les fixe par des pieux, qui les traversent.

Des empatements. — En commençant l'édification d'un bâtiment, il est d'usage de prolonger les premières assises de fond bien au delà de la partie verticale qui doit s'élever dessus. Ces saillies ou assises premières, plus étendues que les suivantes qui les surmontent, sont nommées empatement en terme de construction. L'empatement a deux buts importants :

1° De répartir le poids élevé dessus, sur une surface plus développée; par là la tendance de l'assiette verticale par la compression du sol est considérablement diminuée.

2° Dans le cas de constructions isolées établies sur des bases comparativement restreintes, l'empatement protége la construction contre le danger d'être jeté hors d'aplomb par l'action du vent.

Qu'on suppose, par exemple, une cheminée de 30 mètres d'élévation placée sur une base de 3 mètres carrés. La compression du sol sous le vent au degré de 0,0075 suffirait pour faire surplomber la cheminée de 0,152. Mais si l'on élargit la base jusqu'à six mètres carrés, on ne double pas seulement la puissance par laquelle la fondation résistera à la force du vent, mais la surface qui supporte est quadruplée en étendue, de sorte que la résistance totale est huit fois plus considérable que dans le premier cas.

Pour que les empatements produisent leur effet voulu, il est inutile de faire observer qu'il faut les lier intimement et solidement à l'œuvre générale : ils doivent être, de plus, assez solides pour résister au poids des murs de refend qui les traverseront.

Malheureusement la manière usuelle de faire les empatements n'est pas à l'abri de reproches, et c'est en partie la négligence apportée dans ce détail qui fait souvent ruiner des constructions qui sous les autres rapports ont été bien entendues.

Il faut bien considérer que plus une pierre est placée en contre-bas ou profondément dans un bâtiment, plus aussi est puissant le poids qu'elle a à supporter; de là augmentation de péril par les irrégularités dans le travail des assises qui devraient être posées d'aplomb et de niveau avec autant et

plus de soin même que les parties supérieures de la construction.

Il ne doit exister aucun joint au delà des faces de la maçonnerie supérieure, excepté dans le cas où l'empatement est formé de plusieurs assises; toutes les pierres doivent pénétrer dans l'œuvre de 10 centimètres. Au moins si l'on ne tient pas compte de ces règles, les empatements ne recevront pas le poids de la maçonnerie supérieure et deviendront inutiles (fig. 47).

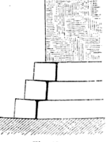


Fig. 47.

Il faut que la saillie de chaque assise, l'une en dessous l'autre, soit réduite en proportion du poids de la maçonnerie supérieure : sans cela le poids en question fera fendre l'empatement du haut en bas, ainsi que l'expose la fig. 48.

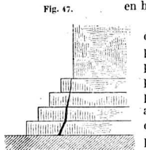


Fig. 48

Lorsqu'on élève de fortes masses de maçonnerie, telles que des têtes de pont et autres, l'augmentation proportionnelle de la surface qui supporte au moyen de la saillie des empatements, est très-minime, et il y a en général un grand danger que ces empatements ne soient rompus par le tassement du corps de l'ouvrage. Il est donc d'usage, dans ce cas, de ne donner qu'une petite saillie aux assises de l'empatement et de le monter en face un peu biaise, ainsi que le montre la ligne ponctuée de la fig. 49, ou bien encore de l'élever en forme d'escalier, dont les marches auraient très-peu de giron.

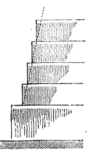


Fig. 49.

On ne saurait trop défendre les empatements exécutés d'une façon très-brute en mauvais et petits matériaux et en mortier, car ce dernier par sa facile compression causera des mouvements dans la maçon-

nerie supérieure. Un moyen meilleur pour l'emploi des cailloux, c'est de les concasser d'une grosseur moyenne, et de les placer dans les tranchées à sec, c'est-à-dire *sans mortier;* alors ils forment un fond solide et inflexible. Si les matériaux ne consistaient qu'en petits cailloux, il faudrait employer du mortier de ciment, en sorte que le tout formerait une masse compacte et solide, et dans ce cas la grandeur, la forme et la taille des matériaux importeraient peu.

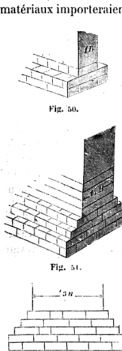


Fig. 50.

Fig. 51.

Fig. 52.

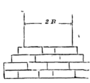


Fig. 53.

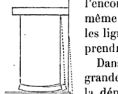
Dans la construction en brique, éloignez autant que possible les joints intérieurs des faces de la maçonnerie; on établit ordinairement les empatements par de simples assises de briques; il faut ensuite que les faces d'empatement ne présentent que des largeurs de briques, c'est-à-dire une demi-brique à plat, et qu'elles n'aient en saillie les unes sous les autres qu'un quart de brique, excepté dans les cas où les murs n'auraient que 22 centimètres d'épaisseur.

Si l'on désirait étendre longitudinalement l'empatement et y introduire une liaison dans ce sens, il faut alors que les assises aient double rang de briques, dans lesquels les boutisses doivent être placées au-dessus des panneresses, lesquelles formeront le rang inférieur. Voyez les fig. 50, 51, 52 et 53.

Il semble presque superflu d'ajouter que les briques employées dans les empatements doivent être aussi dures que possible et avoir un son clair et sonore. Quant à l'assise de fond de l'empatement de briques, il est convenable de toujours la construire en un double rang de briques.

On ne saurait apporter assez de soins à l'établissement des assises formant empatement d'un bâtiment quelconque, car c'est de cet établissement que dépend la solidité de l'œuvre. Si les rangs inférieurs ne sont point solidement fondés, régulièrement posés, si des fentes ou des vides sont laissés dans les assises de la maçonnerie, ou si les matériaux eux-mêmes sont de mauvaise qualité et mal liés, tôt ou tard les funestes effets d'une mauvaise construction se feront sentir, et souvent tous les efforts pour y remédier seront inutiles.

Avant de terminer ces observations sur les empatements, il faut signaler un système imprudent dans l'emploi d'arcs renversés établis sous des baies ou de grands espaces vides, système vicieux qui conduit souvent à de sérieux accidents. L'arc renversé ne devrait être employé que lorsqu'on peut lui donner deux points d'appui ou deux culées, une de chaque côté. S'il est pratiqué à l'angle d'un bâtiment, comme l'indique la fig. 54 l'effet d'un tassement quelconque fera devier l'encoignure de la verticale, comme l'indique la même figure dans laquelle on a un peu exagéré les lignes ponctuées afin de mieux faire comprendre l'effet qui se produit.


Fig. 54.

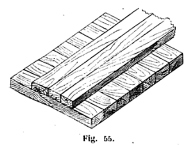
Dans les cas où le terrain est mou, où une grande étendue de base est utile et nécessaire, la dépense pour le développement des travaux de maçonnerie étant considérable, appelle une méthode moins dispendieuse; il y en a de trois sortes : 1° on établit un large empatement en charpente, lequel, par la nature de la matière dont il est formé, peut sans danger être prolongé à une distance assez considérable en avant de la maçonnerie supérieure, sans crainte d'être rompu par des chocs ou accidents extérieurs. — 2° On étend une couche de béton, qui peut être considérée comme un empatement formé de pierre artificielle, n'ayant à la vérité que peu de solidité dans le sens transversal ou largeur, ce qui oblige d'étendre cette couche d'une certaine épaisseur et proportionnelle à sa saillie sur la maçonnerie. — 3° Enfin on peut bâtir sur une couche de sable ou autres matériaux semblables qui, s'appuyant contre les côtés verticaux et le fond des tranchées, ré-

partissent le poids de la construction supérieure sur une surface étendue et opposant résistance.

De l'emploi des madriers pour fondements.

Quand on élève des bâtiments sur un sol mou, et lorsqu'une surface grande est nécessaire pour les supporter convenablement, on a très-souvent recours à l'emploi de madriers, mais alors seulement que le bois n'est pas exposé de pourrir. Si le sol est humide et si le bois est sec, il y a peu de danger; mais si le terrain est sec, ou bien s'il est exposé à l'alternance de l'humidité et de la sécheresse, il ne faut pas employer de bois sans auparavant lui avoir fait subir une opération pour assurer sa conservation. On trouvera dans ce livre quels sont les moyens de conservation des bois, et nous renvoyons à l'article qui en fait mention, page 92 et suivantes.

Le grand avantage du bois, c'est qu'il résiste à des actions transversales, c'est-à-dire d'équerre sur sa longueur, soit verticales, soit horizontales : il cède d'une manière presque insensible, et pour cette raison on peut le faire servir à un empatement très-étendu, sans pour cela augmenter à l'excès les assises fondamentales de la maçonnerie. La meilleure manière d'employer le bois en dessous des murs, c'est de les couper en petites longueurs, et de les placer *en travers* de la fondation, c'est-à-dire d'équerre sur les murs et reliés en longueur par des bois longitudinaux, ayant pour épaisseur celle de la première assise de maçonnerie, et solidement chevillé et cloué sur les madriers de fond (fig. 55).


Fig. 55.

On pose souvent les madriers sur des traverses ou supports, et l'espace vide entre les traverses est rempli de terre fortement damée ou pilonnée. Mais ce système exige de grandes précautions : il n'est pas sans danger s'il n'est qu'imparfaitement exécuté. Il vaut donc mieux combler le vide

de béton jusqu'à la face supérieure des traverses, afin que les madriers soient appuyés entièrement sur une surface solide et bien de niveau.

De l'emploi du sable et du béton pour fondements.

Depuis des siècles on s'est servi de sable comme moyen de répartition du poids en construction. Il peut sembler paradoxal au premier abord qu'une matière pour ainsi dire liquide, sans cohésion de ses particules, proverbiale à cause de son instabilité, puisse être d'une utilité quelconque dans les fondements des constructions, et surtout quand on réfléchit que le sable ressemble beaucoup à un fluide et que non retenu il peut à peine être maintenu sur une pente quelconque. C'est toutefois à ces propriétés que le sable doit sa valeur et son importance, qui consistent à répartir le poids placé dessus non-seulement dans une direction verticale, mais encore dans un sens horizontal, la pression latérale exercée sur les côtés des tranchées de fouille allégeant considérablement la pression qui s'opère sur le fond. Il est presque inutile de faire observer, pensons-nous, que le système de fondation au moyen du sable est impraticable dans un terrain très-mou; car le sable tend à s'abaisser et s'enfoncerait peu à peu. Dans tous les cas où le sol serait mou mais cependant d'une consistance moyenne ou passable, en sorte que le sable se maintiendrait nous dirons emprisonné, l'usage du sable offre plusieurs avantages quant à la dépense et à la solidité de l'œuvre.

Il y a deux manières d'employer le sable, en *couches* ou en *piles*. — Si on veut en former un tapis ou plate-forme, il faut commencer par enlever le sol mou à 60 ou 90 centimètres de profondeur : on y jette alors le sable, qu'on a soin de bien pilonner par couches et par parties à mesure qu'il y est introduit : cette opération est nécessaire pour forcer le sable à se loger contre les parois verticales de la fouille. Si ce travail est bien fait, tout le tassement, s'il y en a, se fera uniformément. La surface supérieure de la couche de sable peut être protégée de différentes manières, soit en employant des matériaux, soit en la pavant, soit autrement, suivant les matériaux qu'on a

à sa disposition. Il faut avoir soin que le fond de la maçonnerie à élever sur les fondements soit à une profondeur telle qu'il se trouve à l'abri de toutes eaux venant de la superficie supérieure du sol ou de toute autre cause de ruine.

L'emploi du sable en piles verticales est un moyen peu dispendieux et très-efficace d'établir des fondements dans des cas où l'on ne pourrait et où l'on ne voudrait pas, pour une cause ou une autre, faire usage de madriers. Cependant le sable en piles ne serait pas suffisant dans un terrain meuble ou humide, car le sable se ferait jour à travers le sol avoisinant.

On fait les piles de sable en chassant en terre des pieux en bois de moyenne longueur; on les en retire ensuite et les trous qu'ils laissent sont remplis de sable, qu'on a soin de bien pilonner, afin qu'il remplisse et garnisse entièrement le vide. Dans les cas où la solidité des piles ou pieux est due à la pression du sol qui les entoure, les piles en sable sont préférables aux pieux en bois par les raisons suivantes : un pieux en bois n'effectue la pression que dans le sens vertical; il n'exerce aucun effet latéral sur le sol à travers lequel il passe, excepté dans le moment où il est chassé; mais la pile verticale de sable agit d'une autre manière; elle communique la pression non-seulement au fond du trou qu'elle fait, mais encore aux côtés du trou qu'elle remplit. Elle agit donc par conséquent sur une forte étendue de surface qui doit supporter.

La disposition à donner au sol au-dessus de la tête des piles de sable est très-simple. On peut le couvrir de madriers, de béton, de maçonnerie, afin d'empêcher le sable de monter et de s'échapper, ce qui résulterait infailliblement de la compression latérale exercée par les piles. Sur la plate-forme ainsi formée, on élève la maçonnerie comme d'habitude.

Il est bon d'étendre une couche de cailloux concassés, de gravier, de glaise cuite ou de toute autre matière dure semblable, au dessus de la superficie des fondements.

De l'emploi du béton dans les fondements.

Le béton est une agglomération, un amas artificiel ou *poudingue*, dont les cailloux ou éclats de pierre qui en forment le

plus grand volume sont mélangés avec le mortier, fait en chaux hydraulique. Le béton est principalement employé dans des ouvrages sous-marins, et sert de maçonnerie ordinaire dans les endroits où le sol ne peut être desséché.

Pour pouvoir donner aux terrains compressibles un certain degré de résistance, on y enfonce de distance en distance, dans les tranchées de fouille, un pieu en bois, qu'on retire aussitôt pour remplir l'alvéole qu'il laisse avec du béton fortement pilonné au fur et à mesure de la pose. On fait autant de ces pieux en béton que cela est nécessaire pour rendre le sol résistant, puis on recouvre ce sol d'une couche de béton bien pilonnée.

Le pieu qu'on enfonce doit avoir de 1 mètre à $1^{m},60$ de longueur, et de $0^{m},18$ à $0^{m},25$ de diamètre à la partie supérieure; sa tête doit être garnie d'une frette en fer, pour résister au choc du mouton ou du maillet, et il est percé d'un trou dans lequel on passe une pince ou une barre de fer, qui sert, pendant le battage, à remuer et à tourner le pieu au fur et à mesure qu'on l'enfonce, de manière à lisser les parois de l'alvéole et à leur donner une certaine consistance, qui permet la pose du béton sans qu'elles s'éboulent; ce mouvement imprimé au pieu le rend facile à retirer quand il est entièrement enfoncé.

On conçoit que sur un sol consolidé par des pieux en béton on peut encore faire usage d'une plate-forme en bois pour bien répartir la pression; mais le plus souvent on emploie une couche de béton assez forte pour qu'elle ne puisse se briser.

Il n'y a pas de difficulté comme on voit dans l'emploi du béton hors de l'eau; mais il n'en est point ainsi quand il doit être utilisé dans le grand élément liquide. Quoique le cadre de cet ouvrage soit restreint, et qu'il ne doive pas entrer dans des détails qui ne se rapportent pas directement à la construction ordinaire, nous croyons cependant convenable de consacrer quelques paragraphes à l'emploi du béton dans l'eau. Un propriétaire peut avoir une construction à élever au bord d'un lac, d'un ruisseau ou d'un fleuve; il peut vouloir faire un pont dans son parc. Nous allons donc l'aider dans ses opérations et le mettre à même d'exécuter ses projets.

Dans les localités où la pierre est rare, on a substitué avec

avantage à la maçonnerie de libages une couche de maçonnerie en béton, dont le prix est quatre fois moins élevé. La hauteur de cette couche peut varier de 30 à 80 centimètres; on l'utilise comme empatement aux murs supérieurs, et souvent les fondations sont entièrement exécutées en béton.

L'immersion du béton en eau profonde présente généralement plus de difficultés et demande plus de soin que son emploi à sec. Pour des profondeurs d'eau qui ne dépassent pas de $1^{m},50$ à 2 mètres, on adopte généralement le *coulage au talus*, qui consiste à descendre d'abord, au moyen d'une coulotte ou d'une caisse en planches, une certaine quantité de béton pour former le talus naturel, qu'on fait ensuite avancer progressivement, en posant le béton hors de l'eau à la crête de ce talus, comme s'il s'agissait d'un remblai. De temps à autre on facilite le glissement au moyen de la pelle. Le béton chasse devant lui la laitance, qu'on a soin d'enlever, au fur et à mesure qu'elle se forme, au moyen de la drague à main ou de pompes. Le coulage au talus est fréquemment employé pour les massifs de radiers ou de fondations de ponts, quand la profondeur d'eau ne dépasse pas 2 mètres.

Quand la profondeur d'eau excède 2 mètres, le coulage du béton se fait au moyen d'une trémie, ou mieux avec des caisses prismatiques ou demi-cylindriques que l'on descend au fond de l'eau avec un treuil, et où on les vide en les basculant, ou en ouvrant une soupape, ou encore par tout autre moyen qui permet à la caisse de s'ouvrir en dessous. La caisse demi-cylindrique présente sur les autres l'avantage de diminuer les remaniements du béton sous l'eau, et de le maintenir autant que possible à la consistance de fabrication, en réduisant son délayement et la formation de la laitance.

La laitance (chaux détrempée) se produit toujours en plus ou moins grande quantité, suivant les précautions apportées à l'immersion; elle est formée en grande partie par la chaux délayée, mais aussi par la vase qui s'est déposée sur le fond après le draguage, et qui se soulève quand on coule le béton. C'est afin de remplacer la chaux qui forme la laitance, qu'on en force un peu la dose dans le mortier employé à la fabrication du béton destiné à être coulé.

Quand le béton est coulé dans une enceinte non jointive, la laitance est entraînée naturellement s'il existe un petit courant; mais si, au contraire, l'enceinte est bien close, l'eau ne peut se renouveler, et la laitance se dépose en si grande quantité qu'il devient nécessaire de l'enlever.

L'immersion du béton doit se faire sans secousse, afin d'éviter tout délayement; la caisse doit être parfaitement remplie, et la surface du béton doit être égalisée avec le plat de la pelle, de manière à la rendre presque lisse, et par suite plus propre à s'opposer à la pénétration de l'eau dans le béton. La caisse ne doit être vidée que quand elle arrive à 30 ou 40 centimètres du fond.

Quand il y a un courant, les *couches de caissée*, auxquelles on peut donner environ 1 mètre de hauteur, se forment en allant de l'amont vers l'aval, afin de favoriser l'écoulement de la laitance, qui se trouve naturellement entraînée en avant sur la couche inférieure, où elle se dépose, et d'où on l'enlève avec la drague à main ou mieux au moyen d'une pompe.

Les caissées doivent être descendues les unes sur les autres jusqu'à ce que le tas ait la hauteur qu'on veut donner à la couche. Quand un tas est formé, on avance le treuil sur l'emplacement du tas suivant, et on continue ainsi de suite par zones de tas, en ayant soin de toujours comprimer le béton au fur et à mesure de sa pose avec un pilon muni d'un long manche. La laitance va se déposer entre les bases des cônes formant les sommets des tas, d'où il est très-important de l'enlever à mesure de sa formation, et surtout avant de placer dessus du nouveau béton, sans quoi elle formerait une espèce de vide sans consistance dans la masse. On facilite l'enlèvement de la laitance en la chassant avec un balai vers la couche inférieure, ou même vers un puisard disposé exprès pour faciliter son aspiration par des pompes. Quand une couche de caissée de 1 mètre environ d'épaisseur est coulée, on en pose dessus une nouvelle, et l'on continue ainsi de suite jusqu'à ce que le massif de béton arrive à la hauteur voulue.

Au lieu de faire l'immersion du béton par couches horizontales de caissée, pour faciliter l'écoulement de la laitance, on

peut le couler par gradins allongés donnant lieu à un talus de 28 de base pour 4 à 5 de hauteur.

Le coulage au talus avec des caissées a été employé avantageusement pour de grandes profondeurs d'eau. Toute la hauteur de béton se mène d'une seule couche, que l'on pose par bandes appliquées les unes contre les autres, montées successivement du fond jusqu'à la surface, et ayant un talus de 1 et 1/2 à 2 de base pour 1 de hauteur. Sous cette inclinaison, et à cause de la perte du poids due à l'immersion, il ne se produit aucun éboulement ni roulement de pierrailles, surtout si l'on emploie le béton aussi ferme que possible, et qu'on ne le comprime pas trop au fur et à mesure de sa pose. La laitance ne se forme qu'en petite quantité, et elle descend au pied du talus, d'où on l'enlève facilement (1).

Du battage des pieux ou pilotis. — De la sonnette à tirandes.

La méthode la plus usuelle employée pour le battage des pieux consiste en une succession de coups donnés par une lourde masse en bois ou en fer, nommée mouton, et qui est élevée par une corde ou une chaîne agissant sur une poulie fixée au sommet d'un assemblage vertical de charpente, nommé *sonnette*, et qui retombe en liberté sur le pieux à battre.

La construction de la sonnette est très-simple, et quelle que soit la nature de la force employée ou la manière dont elle est utilisée, il y a peu de différence dans la combinaison des principales parties qui la composent. Les parties principales de la sonnette sont les montants, pièces de charpente verticales et destinées à diriger le mouton dans sa descente ou chute.

Il y a deux espèces de ces machines, que l'on nomme sonnettes à *tirandes* et sonnettes à *déclic*.

(1) *Pratique de l'art de construire*, etc., par J. Claudel et L. Laroque; 2e édition, 1859, p. 281.

La sonnette à tirandes (fig. 56) a une disposition fort simple.

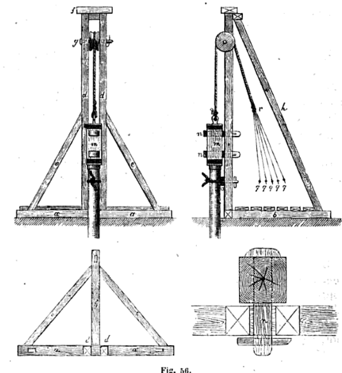


Fig. 56.

Sa base horizontale est triangulaire; elle est nommée *enrayure*, et se compose d'une forte pièce de charpente, nommée semelle *aa*, sur laquelle une autre, appelée *queue* (*b*) vient s'assembler d'équerre; viennent ensuite deux *contre-fiches* (*cc*), pièces biaises, assemblées à tenon et mortaises dans la semelle *aa* et la queue *b*, et destinées à maintenir ces deux pièces dans leur position respective. Voilà donc le détail du plan ou de la partie horizontale de la sonnette, qu'on garnit de madriers sur lesquels, pour donner de la stabilité à la sonnette, on place des pierres ou une masse de fer de telle sorte cependant à ne

pas gêner les hommes qui doivent manœuvrer le mouton.

La partie verticale d'une sonnette se compose de deux montants *dd*, qu'on nomme aussi jumelles, assemblés sur la semelle *aa;* ces deux montants sont réunis à leur sommet par une clef ou tête, appelée aussi chapeau, et maintenus par deux pièces biaises ou contre-fiches (*ee*), qui, s'appuyant sur la semelle *aa*, empêchent tout déversement latéral des jumelles.

Afin de maintenir les jumelles verticales de l'arrière à l'avant, on emploie une cinquième pièce de charpente biaise ou arc-boutant (*h*). Cet arc-boutant est traversé par de fortes chevilles en bois, qui servent d'échelons pour monter jusqu'au sommet de la sonnette; et cette disposition lui a fait donner entre autres dénominations celles d'*échelette* et de *rancher*.

Entre les jumelles est placée une poulie fixe (*g*),

La masse de bois ou de fer *m*, ou mouton, glisse en avant et entre les deux jumelles; elle y est maintenue par des pièces de bois (*n*, *n*) nommées guides. A l'anneau ou au crochet pratiqué au centre et au sommet de la masse prismatique ou mouton, est attachée une corde qui passe sur la poulie *g*, et à l'extrémité de cette corde, de l'autre côté de la poulie, en *r*, s'attachent de plus petites cordes (*qr*, *qr*, etc.), nommées tirandes, sur lesquelles agissent les manœuvres qui doivent faire fonctionner la machine.

Un pieu étant placé sous le mouton et maintenu aussi verticalement que possible au moyen d'un guide (*o*), nommé *bonhomme,* auquel il est attaché par une corde, et qui glisse entre les jumelles, s'enfoncera successivement dans le sol, par le choc réitéré du mouton.

Un charpentier, qu'on désigne sous le nom d'*enrimeur*, dirige la manœuvre de la machine. Aidé des manœuvres, il met le pilotis *en fiche*, c'est-à-dire dans la position verticale correspondant à l'axe du mouton, l'attache au bonhomme et le maintient le mieux possible dans sa direction, pendant le battage.

Il s'agit maintenant de savoir le nombre de coups qu'un mouton peut frapper par minute.

Supposons que la somme du poids et des résistances pro-

venant des frottements et de la roideur de la corde (résistances qu'on peut calculer séparément) soit de 180 kilogrammes. Une des conséquences générales déduites d'expériences faites sur les moteurs animés, c'est qu'un manœuvre élevant des poids avec une corde et une poulie (ce qui l'oblige à faire descendre la corde à vide), élève avec un effort moyen 18 kilogrammes avec une vitesse de $0^m,20$ par seconde.

Supposons que la hauteur à laquelle doit être élevé le mouton doive être de $1^m,30$. Il faut pour arriver au résultat demandé diviser la hauteur $1^m,30$ par $0^m,20$, le quotient 6,5 exprime le nombre de secondes qu'il faut pour chaque coup de mouton, et $\frac{60''}{65}$ exprime le nombre de coups de mouton par minute exigible des ouvriers une fois que le pilotis est mis en place. Comme 60″ divisées par $6,5 = 9,23$ ce nombre est le nombre demandé.

Si un homme ne produit qu'un effort moyen de 18 kilogrammes, il faudra donc pour faire un travail suivi avec le mouton de 180 kilogrammes, en travaillant six heures effectives par jour, employer 10 hommes.

Comme pour mettre le pilotis en fiche, ainsi que pour les petits repos qu'il faut accorder aux ouvriers, il y a environ un tiers du temps total employé; si l'on compte ensuite le nombre des coups de mouton d'après le temps total, il n'y aura que six coups de mouton donnés par minute. Mais alors la durée du travail ou plutôt de la journée, au lieu d'être de six heures, devra être portée à neuf heures.

Dans les chantiers de construction, on exige ordinairement des ouvriers dix coups de mouton par minute, et on leur fait donner trente coups de suite. Ces trente coups forment ce qu'on nomme une *volée*, et après chaque volée on leur donne un petit repos.

Trente-huit hommes travaillant, en 1808, dix heures par jour au pont d'Iéna à Paris donnaient douze volées par heure d'un mouton pesant 587 kilogrammes, en l'élevant à chaque coup $1^m.45$. Là la charge, ou l'effort de chaque homme, n'était que de 15 à 16 kil.; mais en compensation la hauteur du mouton et par suite la vitesse des hommes étaient un peu plus considéra-

bles. Douze volées de trente coups par heure font trente-six coups, soit six coups par minute y compris les repos et le temps de mettre en fiche.

Pour avoir la quantité d'action par chaque homme, il faut multiplier entre eux les nombres

587, le poids du mouton,
1,45, la hauteur à laquelle on l'élevait,
360, le nombre de coups par heure,
10, le nombre d'heures de travail,

et diviser le résultat par 38, nombre d'hommes.

On obtiendra ainsi pour le travail journalier de chacun d'eux 80,630 kilogrammes, nombre supérieur à celui qu'on trouve, en supposant qu'un homme lève un poids de 18 kilogrammes à $0^{m},20$ de hauteur et frappant 36 coups par minute pendant six heures, ce qui fait 77,760 kilogrammes.

Le mouton est une forte masse, prismatique, ordinairement parallélipipédique, soit en bois soit en fonte de fer, qui est destiné à frapper avec force comme un gros marteau sur la tête des pieux pour les enfoncer dans le sol. Il peut être tiré d'un bout de poutre; il doit être fretté ou cerclé à ses deux extrémités supérieure et inférieure, et son poids être tel que huit à dix hommes puissent facilement le lever, c'est-à-dire de 144 à 180 kilogrammes.

Dans les pays où, comme en Allemagne par exemple, l'on construit des sonnettes à un seul montant, le mouton est maintenu dans sa position au moyen de guides ou bras encastrés, et ces bras eux-mêmes sont munis de boulons mobiles transversaux, qui glissent sur les faces de derrière et de devant du montant, et qui permettent aux guides de glisser à leur tour sur les faces latérales de ce dernier. Mais cette sorte de machine ne peut être employée que dans des travaux légers, où il ne s'agit que d'enfoncer des pieux de moyenne grosseur à peu de profondeur.

Voici comment cette sonnette est construite :

Sur la semelle *a* s'élève le montant *b*, d'environ 5 mètres de hauteur, assemblé à tenon et mortaise dans la semelle et consolidé au moyen de deux équerres placées sur les faces latérales

ainsi que l'indiquent les figures 57, 58. La position verticale et à

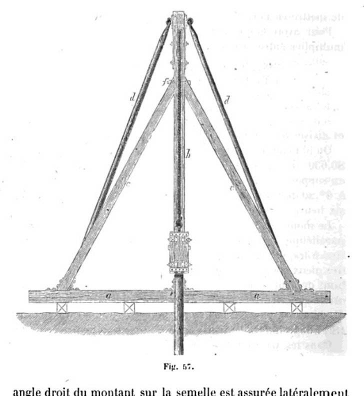


Fig. 57.

angle droit du montant sur la semelle est assurée latéralement par deux pièces biaises ou contrefiches (*cc*), assemblées à tenon et mortaise dans le montant et dans la semelle. A leur extrémité supérieure, elles sont encore consolidées par un boulon à écrou (*f*). Cette machine, composée de la semelle, du montant et des contrefiches, est posée sur une sorte de plancher, formé de poutrelles et de madriers sur lesquels se placent les ouvriers, et de manière à ce qu'elle se trouve derrière le pieu à battre. A l'extrémité supérieure du montant, de chaque côté, est pratiqué un œil en fer dans lequel passe un crochet fixé à un montant léger ou gaule qui aboutit au plancher. Ces deux petits montants

biais (*dd*) maintiennent le montant principal dans sa position verticale, et servent aussi à maintenir la sonnette en équilibre quand on la change de place ou de position. Ces deux petits arcs-boutants *dd* sont ferrés en pointe à leur extrémité inférieure.

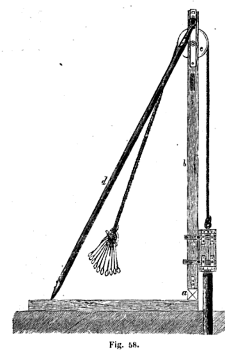


Fig. 58.

La poulie *e*, sur laquelle est conduite la corde qui soulève le mouton, est pratiquée dans une mortaise spacieuse qui traverse le montant principal de part en part. La tête du montant est consolidée par une ferrure boulonnée, dans laquelle tourne aussi l'axe de la poulie, ainsi que l'indique la fig. 58.

Les figures 59, 60, montrent le mouton de face et de côté. La dimension horizontale du mouton est déterminée par celle du montant, car il faut que les guides ou bras encastrés puissent glisser le long des deux faces latérales de ce montant, en ayant soin de laisser pour le jeu une petite distance de deux à trois millimètres. Supposons que l'épaisseur du montant soit de 18 centimètres, celle des guides ou bras de 10, on aura pour la longueur horizontale de chaque face du mouton 38 centimètres 4 millimètres. Il est clair que la hauteur du mouton est déterminée par le poids qu'on lui donne : cette hauteur est d'ordinaire de un mètre à $1^{m},30$. Les guides du mouton encastrés entièrement dans ce dernier, comme nous l'avons déjà

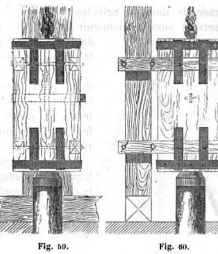


Fig. 59. Fig. 60.

dit, sont assujettis entre eux et au mouton par quatre boulons à vis et écrou. Sur chacune des faces du mouton, on pratique quatre ferrures verticales en fer méplat, dont huit maintiennent de plus les guides sur les faces latérales. Ces seize ferrures verticales forment crochet à celles de leurs extrémités aboutissant au haut et au bas du mouton, et maintiennent ainsi les frettes ou cercles inférieur et supérieur. Les quatre boulons traversant les guides devant et derrière le montant *b*, formant office de galets, doivent avoir leur œil garni d'une boîte cylindrique en métal et de préférence en cuivre. D'un côté le boulon a une tête fixe, mais de l'autre une petite ouverture oblongue et longitudinale, dans laquelle est passée une clavette à ressort.

Fig. 61.

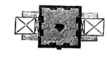
L'anneau destiné à assujettir la corde qui doit faire manœuvrer le mouton peut être forgé à l'extrémité d'une barre de fer qui elle-même descend au milieu du mouton, où elle est maintenue par un boulon transversal (fig. 61). Au lieu d'anneau on emploie quelquefois un crochet fixé à une traverse en fer repliée sur deux faces du mouton et maintenue par la frette supérieure.

On concevra facilement que pour l'établissement d'une sonnette il ne faut em-

ployer que du bois bien sec et ne subissant en aucune manière l'influence de l'air. Il faut aussi avoir soin que les assemblages soient faits avec précision, que les boulons faisant fonction de galets roulent et glissent bien, et enfin, que les équerres et autres ouvrages de serrurerie soient convenablement ajustés et posés.

Il va sans dire que la sonnette doit être posée de manière à ce que le milieu de la face inférieure du mouton frappe bien verticalement la tête du pieu à enfoncer. Il faut bien se mettre dans l'esprit que des soins que l'on apporte à la bonne confection de la sonnette et du mouton, ainsi qu'aux ouvrages qu'on exécute par leur moyen, dépendent la bonté et la perfection des constructions futures qu'on élèvera dessus.

Si la sonnette a deux jumelles, le mouton, s'il est en bois, aura huit guides au lieu de quatre. Ces guides seront en bois, comme le mouton, et en bois de charme de préférence. Ces huit guides ne feront que quatre pièces de charpente; car chacun des quatres guides traversera le mouton, ainsi que l'indiquent les fig. 61, 62, et sera boulonné à travers ce dernier.


Fig. 62.

La conduite du mouton se fait sûrement; mu entre deux montants, il est propre à battre des pieux sur un plan incliné quand ces pieux doivent prendre une position biaise.

On se sert dans la plus grande partie de l'Allemagne septentrionale d'une sorte de sonnette très-simple et très-solide. Au sommet les jumelles sont maintenues dans leur position verticale et parallèle, par une clef horizontale qui est assemblée sur chacune d'elles à queue d'aronde et boulonnée; le déversement de l'avant à l'arrière est empêché par deux fortes contre-fiches. L'axe de la poulie est posé au milieu de l'épaisseur de bois des contre-fiches de derrière, lesquelles sont reliées, en outre, par un autre clef, pour chacune d'elles, aux jumelles. Les deux contrefiches servent de montants dans lesquels sont pratiqués des échelons afin de faciliter l'ascension des ouvriers au sommet de la sonnette, pour pouvoir graisser la poulie, y faire passer la corde et faire en général toutes les dispositions nécessaires à la mise en fiche et au mouvement de la machine.

Si le mouton est en bois, il aura huit guides ou bras, comme l'indique la fig. 61; si au contraire il est en fonte, il aura sur ses flancs des côtes saillantes, ou languettes qui glisseront dans des rainures pratiquées dans les jumelles.

Quant à la poulie sur laquelle se meut la corde, elle est en bois quand le mouton lui-même est en bois, et s'il est en fonte la poulie est également en fer. Le diamètre de la poulie est déterminé par la grosseur de la corde employée; ce diamètre doit être d'autant plus étendu que la corde est forte. Plus la poulie est petite, plus aussi est considérable la perte de la traction amenée par la roideur de la corde, et plus encore est fort le frottement de l'axe de la poulie.

Si le mouton est en bois et léger, d'un poids de 150 kilogrammes, par exemple, le diamètre de la poulie ne devra point être moindre de 45 à 48 centimètres, et le diamètre de la poulie augmente en raison du poids du mouton dans une proportion telle que ce diamètre devra être d'un mètre pour un poids de 500 kilogrammes.

S'il s'agit d'enfoncer des pieux dans un sol recouvert d'eau, on établira la sonnette sur un plancher porté soit par des chevalets s'il y a peu d'eau, soit par des bateaux si l'eau présente trop de profondeur ou trop de rapidité pour établir les chevalets.

De la sonnette à déclic.

La sonnette à déclic ne diffère de la sonnette à tirandes qu'en ce que la corde du mouton, au lieu d'être directement tirée par des hommes, vient s'enrouler sur le corps d'un treuil à engrenage. Une roue dentée est fixée sur l'arbre du corps du treuil. Cette roue engrène avec un pignon, dont l'arbre porte à chaque bout une manivelle. L'arbre du pignon peut glisser dans le sens de sa longueur de manière à dégager le pignon de la roue d'engrenage, et ce mouvement s'opère par les soins d'un ouvrier lorsque le mouton est élevé à la hauteur convenable.

La grande roue et le corps du treuil, entraînés par le poids du mouton, tournent alors en sens inverse, et le mouton vient

frapper le pieu à battre. La corde, filant avec beaucoup de rapidité, continuerait à se dérouler après la chute du mouton, en vertu de la vitesse acquise. Pour obvier à cet excès de déroulement qui occasionnerait une perte de temps, sur l'arbre du treuil est placé un frein double, et l'ouvrier qui a désengrené le pignon serre fortement ce frein aussitôt qu'il entend le coup du mouton. Pendant cette manœuvre, les ouvriers continuent à tourner les manivelles toujours dans le sens convenable pour élever le mouton, et il n'y a qu'à rengrener le pignon après chaque coup.

Cette disposition de sonnette exige une surveillance attentive du travail vers la fin du battage, pour s'assurer que le pilotis a atteint le refus jugé nécessaire : attendu que l'ouvrier qui manœuvre le frein peut en faire usage pour amortir le coup du mouton. On peut se mettre à l'abri de cette fraude en adaptant à ce mouton l'appareil à détente, au moyen duquel le mouton, se séparant de la corde lorsqu'il a atteint la hauteur voulue, retombe sans entraves.

S'il s'agit d'enfoncer des pieux dans un sol recouvert d'eau, lorsque le guide du pilotis a atteint la semelle de la sonnette, on se sert pour continuer le battage d'un faux-pieu fretté des deux bouts, maintenu sur la tête du pilotis par une fiche en fer et attachée au bonhomme.

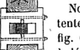


Fig. 63 et 64.

Les sonnettes à déclic permettent de se servir facilement de lourds moutons du poids de 400 à 500 kilogrammes et même au-delà, procurant une grande économie (dans des travaux considérables et d'importance) dans la main-d'œuvre du battage des pieux. Suivant les observations faites, toutes choses égales d'ailleurs, ces frais ne seraient que 0,65 à 0,70 de ceux qu'entraîne la sonnette à tirandes.

Nous avons parlé plus haut d'un appareil à détente, nous allons en donner la description. La fig. 63 offre la coupe de cet appareil. Le crochet à détente se meut sur un axe horizontal dont les points d'appui sont pratiqués dans un bloc mobile et dont la fig. 64 donne le plan. Dès que le cro-

chet du haut du bloc mobile, retourné sur la face de la sonnette, frappe avec son extrémité oblongue et arrondie du haut, contre la clef ou étrésillon, le crochet en continuant à être élevé s'échappe dans sa partie inférieure de l'œil ou anneau dans lequel il était passé, et le mouton tombe de haut en bas. Une bascule du même genre est figurée dans les fig. 65 et 66, qui en donnent l'élévation et le côté latéral. Dans l'exemple précédent le chapeau de la détente est en fer, tandis que dans le dernier il est remplacé par une pièce de bois solidement boulonnée et glissant dans les rainures des jumelles. Ce chapeau empêche le crochet de dépasser la hauteur voulue, et sert à le faire basculer. Le chapeau qui dirige le crochet est posé au-dessus de lui, et, composé lui-même de deux pièces de charpente épaisses, il enveloppe une courte barre de fer, qui à son extrémité supérieure a un œil dans lequel est attachée la corde de manœuvre; à son extrémité inférieure cette barre a une fourchette, à travers laquelle passe un boulon à écrou qui réunit le crochet à la fourchette au point où la bascule du premier doit avoir lieu par son évolution.

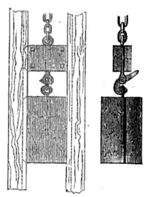


Fig. 65. Fig. 66.

On se sert beaucoup en Allemagne de la sonnette à déclic et de l'appareil à détente. Si la force du manœuvre dans ce genre de sonnette est double de ce qu'elle est dans les sonnettes à tirandes, la première a encore un autre et grand avantage, celui de pouvoir élever le mouton à une hauteur du double de celle qu'atteint la sonnette à tirandes. Il résulte d'expériences faites avec les deux sonnettes, enfonçant, avec des moutons de poids égal, des pieux de même grosseur et de même longueur à une même profondeur dans le même sol, que la sonnette à tirandes manœuvrée par vingt-deux hommes et un charpentier ne pouvait faire monter le mouton qu'à 1^{m},57, tandis que celle à déclic et détente faisait monter à chaque effort le mou-

ton à 4 mètres : chaque sonnette battait 48 pieux ; dont celle à tirandes mit 28 jours et l'autre seulement 18 à faire cet ouvrage. Il s'ensuit donc que la sonnette à tirandes nécessitait pour un même travail huit fois plus d'ouvriers et qu'elle employait plus d'un tiers de temps de plus que la sonnette à déclic et à détente. Si l'on considère encore que quatre ouvriers employés aux manivelles d'un treuil convenablement établi sont capables d'élever un mouton pesant de 5 à 600 kilogrammes à $3^m,75$ jusqu'à $7^m,50$, on verra l'avantage qu'il y aura à se servir de la sonnette à déclic et à détente pour des fondements de quelque étendue.

La tête ou couronne de tout pieu ou pilotis doit être armée d'un cercle de fer pour l'empêcher d'éclater. Quand le battage s'est prolongé sur un pieu, ses fibres sont comprimés et deviennent spongieux ; cet état forme un lit mou, qui nuit à l'effet du mouton. Il est convenable de couper alors le pieu jusqu'au bois ferme, et de le fretter de nouveau avec grand soin avant de continuer le battage.

Des pieux ou pilotis.

Il résulte de nombreuses expériences sur la résistance des bois, que des cubes en bois posés debout, c'est-à-dire dont la direction des fibres est verticale, ne sont écrasés que lorsqu'on charge le centimètre carré

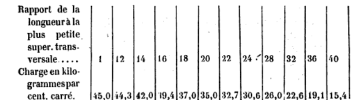
pour le chêne, de 384 à 461 kilogrammes,
id. sapin, de 438 à 461 id.

La compression qui précède l'écrasement est de 1/3 pour le bois de chêne et de la 1/2 pour le bois de sapin, de leur hauteur. Or comme la résistance des bois debout ou des pieux diminue dès qu'ils commencent à plier et qu'ils plient d'autant plus qu'ils ont de longueur, cette diminution dépend de la hauteur et de la surface transversale. Rondelet donne la progression suivante de la force des bois dans le rapport de leur hauteur ou longueur avec leur surface :

Rapport de la hauteur à la superficie horizontale....	1	12	24	36	48	60	72
Rapport de leur résistance..	1	5/6	1/2	1/3	1/6	1/12	1/24
Force du bois de chêne et du bois de sapin en kilogrammes par centimètre carré.	420	350	210	140	70	35	17,5

Pour que cependant ces expériences puissent trouver leur application dans la pratique, Rondelet donne pour règle, en supposant qu'il se trouve une infinité de circonstances qui peuvent doubler ou tripler l'effort d'un poids ou d'une charge, qu'il est prudent de ne compter la force d'un poteau dont la hauteur n'excède pas dix fois la longueur de sa base, qu'à raison de 48 kilogrammes par centimètre carré, et pour un poteau dont la hauteur serait de quinze fois la longueur de la base seulement 38 kilogrammes par centimètre carré.

Si l'on admet pour la stabilité d'un pieu 1/7 du poids qu'il faut pour l'écraser, on aura les nombres du tableau suivant, que Rondelet indique comme poids pour les bois selon le rapport de leur hauteur à la plus petite superficie de leur face transversale.



Rapport de la longueur à la plus petite super. transversale....	1	12	14	16	18	20	22	24	28	32	36	40
Charge en kilogrammes par cent. carré.	45,0	44,3	42,0	39,4	37,0	35,0	32,7	30,6	26,0	22,6	19,1	15,4

Quant aux pieux, en s'aidant du résultat des expériences faites par Rondelet, on pourrait trouver un guide dans les essais faits par Hodgkinson sur la résistance des bois de forme cylindrique posés verticalement dans la direction longitudinale de leurs fibres. Hodgkinson a trouvé par des expériences faites sur des bois de forme cylindrique de 25,4 millimètres de diamètre et 50,8 millimètres de hauteur, dont la hauteur était par conséquent double du diamètre de la surface transversale, les résistances des bois comme il suit :

POIDS EN KILOGRAMMES PAR CENTIMÈTRE CARRÉ QUI AMENA L'ÉCRASEMENT.

	Bois secs ordinaires.	Bois extraordinairement secs.
Chêne	455,679	706,850
Hêtre	543,455	658,000
Aune	480,065	489,120
Pin sauvage des bois	403,955	462,847
Pin	379,147	528,346
Sapin (*pinus abies*)	476,550	512,545
Mélèze	224,958	391,304
Noyer	426,092	507,895

Hodgkinson dit que des pieux en bois de chêne ont une résistance qu'on peut calculer au moyen de la formule suivante : que P soit le poids qu'ils peuvent supporter, exprimé en kilogrammes, que a soit la plus petite mesure et b la plus grande de la surface transversale, exprimées en centimètres, et l la longueur ou hauteur des pieux en décimètres, on aura :

pour des pieux carrés : P kilogrammes $= 2565 \frac{b^4}{l^2}$,

pour des pieux rectangulaires : P kilogrammes $= 2565 \frac{ab^3}{l^2}$.

Comme on ne doit admettre que 1/10 du poids pour la résistance de pieux battus, de celui qui amènerait l'écrasement, Hodgkinson donne la formule qui suit :

pour des pieux carrés en bois de chêne : P = en kilog. $256,5 \frac{b^4}{l^2}$,

pour des pieux rectangulaires en chêne : P = en kilog. $256,5 \frac{ab^3}{l^2}$,

pour des pieux carrés en pin des bois : $P = 214,2 \frac{b^4}{l^2}$,

pour des pieux rectangulaires : $P = 214,2 \frac{ab^3}{l^2}$.

La profondeur à laquelle doivent être battus ou enfoncés les pieux et le poids destiné à les battre dépendent de la qualité du sol et de la charge que doit supporter le pieu. On admet en général que le poids du mouton dans le battage sur la tête du pieu doit être le double du poids que doit supporter le pieu une fois enfoncé, et qu'il faut poursuivre le battage jusqu'à ce

que le poids du mouton à une même élévation ne produise plus après chaque volée 2 à 3 millimètres d'effet. Dans les fondements de bâtiments de très-grand poids, on ne considère la stabilité absolue des pieux que lorsqu'à la suite de trois volées successives ils ne s'enfoncent pas au-delà de 2 à 3 millimètres.

Il est impossible d'indiquer la hauteur du battage d'un pieu opéré par un certain poids du mouton, et il est tout aussi impossible de préciser par la nature du battage combien un pieu pourrait supporter de charge une fois enfoncé. C'est ce que l'expérience seule peut apprendre ; car dans un sol de nature égale le battage des pieux est quelquefois différent, et dans un sol de nature inégale le battage est nécessairement inégal dès que les couches de matières à travers desquelles les pieux sont chassés se trouvent différentes. On a vu quelquefois que le battage dans un sol d'inégale nature n'enfonçait plus les pieux que de 2 ou 3 millimètres à la suite de volées régulières et de repos intermédiaires, et qu'ils arrivaient ainsi à la stabilité absolue. Cependant, en reprenant le battage au bout de quelques jours le pieu s'enfonçait de nouveau à chaque volée, et cela de plusieurs millimètres et quelquefois même de quelques centimètres.

C'est au charpentier enrimeur à savoir, d'après le mouvement plus ou moins régulier des pieux, s'il faut continuer l'action du mouton pour arriver à la stabilité voulue des pieux, ou bien s'il est utile d'interrompre le battage pendant quelques jours afin de consommer alors cette stabilité d'une manière absolue.

Comme on est obligé pour les fondements d'enfoncer plusieurs rangées parallèles de pieux les unes à la suite des autres, il s'agit de savoir s'il faut commencer par les rangées intérieures ou extérieures du bâtiment. Il faut commencer par la rangée de pieux extérieurs continuer par la rangée intérieure et terminer par la ou les rangées intermédiaires. Le battage des pieux extérieurs comprime le sol également sur les deux côtés, en sorte que les pieux qui devront y être enfoncés trouveront plus de fermeté de terrain et par conséquent n'auront pas besoin d'être enfoncés aussi profondément que les pieux des rangées extérieures. Si les pieux intermédiaires ou du mi-

ieu étaient battus en premier, il s'en suivrait infailliblement que les pieux des rangées extérieures, trouvant une plus forte résistance vers le milieu du sol comprimé, s'enfonceraient d'aplomb par l'action du mouton, comprimeraient encore latéralement le sol du milieu déjà lui-même comprimé, le soulèveraient, le rendraient meuble ce qui ébranlerait les pieux du centre.

Il est donc aussi convenable de repasser le battage des rangées du milieu si les pieux qui les composent doivent atteindre la stabilité absolue avant d'y faire porter le poids définitif.

Quand la fouille est assez profondément pratiquée pour commencer le battage tracé d'après le plan par le constructeur, on fouille encore le sol pour y placer chaque pieu, et cela aussi profondément que le permet la nature du sol. Ensuite on place le pilotis contre la sonnette de manière à ce qu'il se trouve en dessous et au milieu du mouton ; cette opération s'appelle l'*enfermer*. Si les pieux sont d'une longueur considérable, il faut nécessairement placer la sonnette sur un échafaudage ou de forts chevalets. Dès que le pieu est légèrement enfoncé en terre, soit en l'ayant tourné ou en le soulevant pour ensuite le lâcher, on doit l'assujettir avec un lien quelconque, une corde ou une chaîne, au montant ou aux jumelles. Cette opération peut se répéter en haut et en bas du pieu. Cela fait on commence le battage avec le mouton, d'abord lentement, avec des intervalles réguliers entre les coups ; peu après on peut battre plus vite jusqu'à ce qu'on ait atteint le nombre voulu par minute. Dans le cours du battage, à un tiers de sa hauteur à partir du bas, le pieu est embrassé par des cordes ou chaînes pour qu'on puisse le maintenir par des leviers dans la direction qu'il doit avoir. Afin de pouvoir le plomber, on aura tiré au chantier trois lignes parallèles au moyen de coups de cordeau à l'axe du pieu et dans sa longueur, et qui, en étant plombées, devront toujours tomber d'aplomb avec le centre du pieu.

Pour manœuvrer la sonnette et surtout tirer le mouton, il faut choisir des hommes jeunes et robustes, qu'on place en cercle sur le plancher, et en plusieurs cercles si le mouton est d'un grand poids, les hommes de petite taille au centre et les

hommes grands en dehors, pour que l'action du tirage soit identique dans les cercles. Le cercle intérieur doit être formé d'un nombre d'hommes tel qu'ils ne se gênent point dans leurs mouvements et avoir la face tournée vers le nœud d'où partent les tirandes. Il faut exiger que les hommes manœuvrent avec un ensemble parfait. Après un certain nombre de coups, on crie aux ouvriers employés à cette corvée : *au renard,* pour les faire cesser tous en même temps, et *au lard* pour les faire recommencer. Ce commandement est prononcé par l'enrimeur. Aux mots de *au lard,* ils doivent faire un effort qui fasse monter au moins le mouton à $1^{m},50$ ou à $1^{m},90$. Si le commandement est bien exécuté, si les hommes agissent ensemble et avec énergie, le mouton s'élèvera à une hauteur encore plus considérable.

Extraction d'anciens pilotis.

Dans le cas où l'emplacement destiné à recevoir des fondements offrirait d'anciens pieux dont on ne pourrait se servir pour une cause quelconque et qu'il faudrait faire disparaître; quand dans le battage de pieux nouveaux ceux-ci ne s'enfoncent pas d'une manière satisfaisante et convenable, ou bien quand il s'agit après les fondements achevés d'enlever des pieux ayant servi à des batardeaux, voici comment il faudra opérer. Pour extraire un ancien ou nouveau pieu du sol, il faut lui faire subir un ébranlement en le frappant sur ses côtés; ensuite il faut rendre le terrain qui l'enveloppe aussi meuble que possible. Si l'emplacement est libre, on se servira ensuite d'un levier puissant, formé d'une poutrelle.

Le point d'appui du levier doit être posé le plus près possible du pieu à extraire; ce levier est adapté à une machine de charpente composée de deux semelles, de deux petits montants, maintenus par des contrefiches, coiffés d'un chapeau et munis d'une poulie. Le point d'appui a pour base une poutrelle posée en travers; il peut aussi être formé d'un pieu battu, ou bien, si l'un et l'autre sont impossibles à pratiquer, on se servira d'un châssis épais en chêne et fortement boulonné. Pour élever le levier, on se sert d'une corde et d'une poulie qui

tourne entre les deux montants. Dès que la partie la plus étendue du levier est levée et que la plus courte est abaissée, son extrémité est reliée au pieu à extraire par une chaîne, très-courte et tendue dès l'origine afin d'empêcher l'arrière du levier de s'abaisser, avant que la manœuvre ne soit commencée. Alors les manœuvres saisissent les tirandes fixées à l'extrémité supérieure du levier et commencent l'opération.

Quelquefois cependant on fait une amélioration au levier, qui consiste à le ferrer à son extrémité d'un fort crochet auquel est attaché la chaîne fixée au pieu à arracher. Ensuite on le munit d'un axe qui tourne sur des supports fixés sur les semelles, et qui sert de point d'appui quand on change la machine de place. On peut voir par son étendue qu'elle n'est pas praticable dans tous les cas ; et s'il s'agit d'extraire des pieux dans l'eau, on devra utiliser des chevalets ou des bateaux.

Enture des pieux.

Le cas peut se présenter que la longueur d'un pilotis ne suffise pas pour le battre jusqu'au bon sol. Dans ce cas, il faut pratiquer une enture, c'est à-dire greffer un prolongement de pieu sur celui qui est déjà battu. Les deux faces à joindre bout à bout doivent être taillées bien d'équerre sur l'axe du pieu et rendues aussi lisses que possible avec le rabot. Il y a plusieurs sortes d'entures. La liaison la plus simple est celle qui consiste à cercler d'un anneau de fer de 8 à 11 centimètres de largeur le pilotis battu, de telle sorte que la moitié de la longueur de l'anneau ou cercle s'emboîte sur le pilotis en question, tandis que l'autre moitié reste saillante pour recevoir le pied de l'enture. Cette sorte de frette sera entaillée de son épaisseur dans les deux parties à enter, ainsi que l'indique la fig. 67 en *a*. Afin d'augmenter l'adhésion des deux faces horizontales, on enfoncera dans l'axe du pieu et verticalement un clou à deux pointes, dont

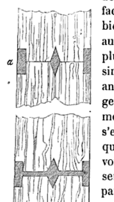


Fig. 67.

on facilitera la pénétration dans les deux pièces à unir, en amorçant des trous où ils doivent entrer. Il ne faut jamais faire d'entures biaises ni employer de chevilles transversales dans l'opération dont nous parlons, parce que toute autre liaison non horizontale serait brisée par l'action du mouton qui frappera dessus.

Dans le cas où des pieux entés seront battus par un mouton d'un très-grand poids, on se sert d'un disque en fer pour empêcher la compression réciproque des deux faces horizontales des pieux. Ce disque se placera dans l'enture et sera adhérant à la frette extérieure, et supportera aussi le clou central à deux pointes (fig. 67). Quand les travaux sont étendus et considérables, cet appareil d'une pièce, composé du disque, de la frette et du clou, sera en fer fondu. Dans tous les cas le fer forgé sera préférable. Si l'on voulait encore consolider cette enture, on emploierait des bandes de fer méplat placées longitudinalement, clouées sur le pieu ou vissées à travers la frette.

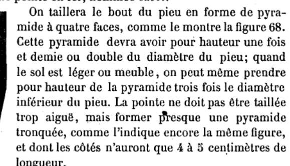
Ferrure des pieux.

La grosseur des pieux dépend en partie de leur longueur, mais en partie aussi du poids que doit supporter chaque pieu isolé du grillage; cette grosseur dépend encore de l'espèce de bois employé. Pour se rendre compte de la longueur à donner aux pieux, il faut enfoncer des pieux d'essai; c'est la manière la plus sûre d'arriver à un bon résultat. Cependant on a admis dans la pratique que pour des pieux d'une longueur de 3 mètres à $3^m,80$, leur diamètre doit être à la tête de 24 à 26 centimètres; pour une longueur de 5 mètres, 30 centimètres à la tête. Si la longueur des pieux dépasse 5 mètres, leur diamètre doit augmenter de 25 millimètres au moins pour chaque mètre cinquante centimètres en plus des 5 mètres.

Les bois les plus estimés pour l'usage des pieux sont le mélèze, le sapin (non saigné), le hêtre et le chêne. On choisira toujours des bois sains, bien droits, sans nœuds et sans fentes. La plus petite grosseur du pieu sera placée en bas pour entrer dans le sol; et, afin que le battage se fasse avec plus de facilité, on écorcera les pieux avant de les enfoncer. Les pieux circu-

laires, cylindriques s'enfoncent plus facilement que les pieux équarris.

Afin de mieux percer le sol et ouvrir un passage facile entre les pierres, il est généralement d'usage de munir le bas du pieu d'une pointe en fer, nommée *sabot.*



On taillera le bout du pieu en forme de pyramide à quatre faces, comme le montre la figure 68. Cette pyramide devra avoir pour hauteur une fois et demie ou double du diamètre du pieu; quand le sol est léger ou meuble, on peut même prendre pour hauteur de la pyramide trois fois le diamètre inférieur du pieu. La pointe ne doit pas être taillée trop aiguë, mais former presque une pyramide tronquée, comme l'indique encore la même figure, et dont les côtés n'auront que 4 à 5 centimètres de longueur.

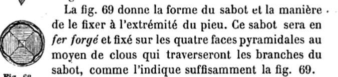


Fig. 68.

La fig. 69 donne la forme du sabot et la manière de le fixer à l'extrémité du pieu. Ce sabot sera en *fer forgé* et fixé sur les quatre faces pyramidales au moyen de clous qui traverseront les branches du sabot, comme l'indique suffisamment la fig. 69.

Nous avons donné précédemment page 183 la manière de calculer la résistance des bois par centimètre carré, et nous y renvoyons le lecteur.

Des grillages sur pilotis.

Le grillage en charpente posé sur des pieux enfoncés dans le sol étant destiné à former un appui ou une base horizontale pour la maçonnerie qui s'élève dessus, nous aurons à nous occuper des dispositions diverses relatives à la pose des grillages et des moyens à employer pour empêcher le terrain comprimé par le battage des pieux de devenir meuble.

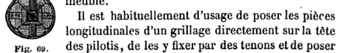


Fig. 69.

Il est habituellement d'usage de poser les pièces longitudinales d'un grillage directement sur la tête des pilotis, de les y fixer par des tenons et de poser

d'équerre sur des pièces longitudinales les pièces transversales, et enfin de les consolider en les assemblant au moyen d'entailles à mi-bois. Comme les pieux doivent toujours être battus à distance égale les uns des autres, tant dans la longueur que dans la largeur, et qu'on doit poser les pièces transversales verticalement sur l'axe des pilotis, il s'ensuit que ces pièces forment en se croisant avec les pièces longitudinales de véritables grils.

On peut ne pas entailler les pièces en question et les poser les unes transversalement sur les autres, ainsi que l'indique la fig. 70. On les entaille aussi à mi-bois (fig. 71), ce qui produit un grand affaiblissement des bois. On doit les entailler au quart ou au tiers du bois; la dernière manière est souvent pratiquée dans les grandes constructions de l'État en Angleterre, dans lesquelles sont employées de très-fortes pièces de bois pour les grillages de fondements. Quand les pièces du grillage sont entaillées à mi-bois, les pièces longitudinales et les pièces transversales présentent leur face supérieure sur un même niveau, et les madriers peuvent se placer sans avoir égard aux traverses qui ne sont pas saillantes. Il n'en est point de

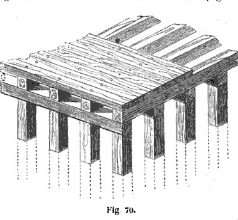


Fig. 70.

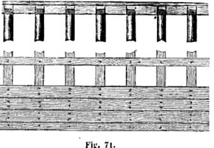


Fig. 71.

même quand les pièces en question sont entaillées au quart ou au tiers du bois; alors les traverses forment saillie sur les pièces longitudinales, et par conséqnent les madriers ne remplissent que les espaces intermédiaires et arrivent de niveau avec la face supérieure des traverses (fig. 72).

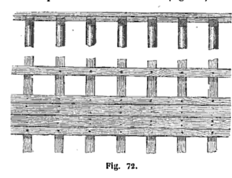


Fig. 72.

Nous avons dit plus haut que les pièces longitudinales du grillage étaient fixées aux pieux par des tenons. Lorsque les pièces posées dans les deux directions sont entaillées au quart du bois à leur intersection, le tenon est moins long que la largeur de la pièce qui le coiffe : il n'aura pour hauteur que les deux tiers de sa longueur, et la mortaise n'aura juste de profondeur que ce qu'il faut pour loger le tenon. On chasse légèrement dans ce dernier deux coins en bois, suffisamment pour qu'ils tiennent et l'on pose de suite les pièces de charpente longitudinales. Dès que le tenon entre dans la mortaise, et que les coins en rencontrent le fond, ils sont chassés encore par des coups de maillet appliqués sur la pièce. Comme on voit, la mortaise est à queue d'aronde, l'enfoncement des coins étend le tenon, qui vient de se loger solidement contre les deux faces biaises de la mortaise.

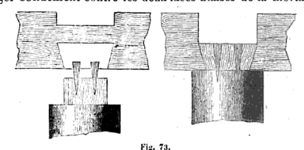


Fig. 73.

Des grillages sans pilotis, ou fondations sur racinaux.

On emploie quelquefois, par surcroît de précaution, des grillages sans pilotis. On en fait usage dans le cas où le sol a pu être convenablement comprimé, où il n'est pas susceptible de glisser latéralement, et enfin où il est assez solide pour porter le poids du bâtiment, si ce poids est réparti sur une plus grande surface que celle offerte par les murs de fondation. Si l'extension des fondements dans un terrain de moyenne solidité est d'un grand avantage, il en est de même dans un terrain d'inégale fermeté, où certaines parties seulement sont susceptibles de supporter un poids plus considérable que d'autres. Il est certain que des constructions élevées sur un terrain d'inégale solidité tasseront aussi inégalement. La solidité d'une construction dépend de l'homogénéité de la surface qui la supporte totalement, dans toute son étendue, et de telle sorte qu'il ne peut se faire de rupture ni de séparation sur aucun de ses points. Dans le cas où le terrain présenterait des inégalités de fermeté, le grillage sans pilotis offre un moyen de répartir également le poids des murs de fondation sur une superficie plus étendue et de reporter des points d'appui peu sûrs sur d'autres qui le sont.

Les grillages en question n'atteindront leur but que s'ils sont construits avec grand soin, si leurs bois sont de bonne qualité et d'épaisseurs convenables, si les fondations qu'on élève au-dessus ont de bonnes liaisons, le tout pour empêcher des flexions du grillage dans les endroits où le sol n'est pas suffisamment résistant. Toutefois le grillage n'aura de durée qu'autant qu'il sera toujours submergé; s'il était alternativement exposé à l'humidité et à la sécheresse, ou s'il était établi dans un sol tout a fait sec, le grillage pourrirait et serait avec le temps écrasé par le poids qu'il aurait soutenu auparavant.

Le grillage sans pieux se fait avec deux rangées de sablières ou racinaux, pièces de charpente méplates, et qui se croisent à angle droit, entaillées aux points d'intersection et formant un assemblage solide et homogène. Dans la

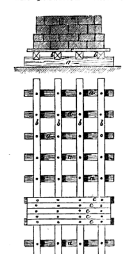


Fig. 74.

figure 74, on voit un grillage dont les pièces transversales sont placées directement sur le sol et dont la longueur est un peu supérieure à l'épaisseur de la fondation. Sur ces pièces en sont posées d'autres, d'équerre et longitudinalement. Toutes ces sortes de sablières se posent à 1 mètre 1m,20 les unes des autres, et à leur intersection elles sont entaillées à un huitième de leur épaisseur. Les traverses, doivent être d'un seul morceau. Il est clair que les sablières longitudinales seront formées de plusieurs pièces de charpente, et il faut que leurs abouts reposent toujours au milieu d'une traverse et ensuite que leurs jonctions ne soient pas sur la même traverse, mais qu'elles se contrarient comme dans la maçonnerie de pierres de taille ou de briques. Au-dessus de ce gril ou grillage en charpente, on pose des madriers de chêne en travers, de 8 à 9 centimètres de largeur, et qu'on fixe avec de forts clous ou des chevillettes, de manière à former une espèce de plancher sur lequel on élève les fondations.

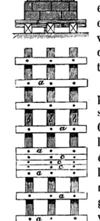


Fig. 75.

La figure 75 représente un grillage où les pièces longitudinales sont directement placées sur le sol et où les traverses les couronnent. Ces dernières sont entaillées d'un quart de leur épaisseur sur les pièces longitudinales, également entaillées d'un quart, en sorte que les traverses ne forment saillie que de la moitié de leur hauteur sur les sablières longitudinales. L'espace qui reste entre les traverses, est garni de madriers d'une épaisseur telle que leur face supérieure soit de niveau avec celle des traverses.

CHAPITRE III.

Maçonnerie. — Construction en brique.

Les murs en brique sont formés d'abord par les briques et ensuite par le mortier. Les briques constituent la masse des murs, le mortier est destiné à combler les interstices qui sont formés par l'assemblage des briques, et le mortier est encore destiné à lier les briques entre elles pour en faire un tout homogène et compacte. Il va de soi que pour faire de bons murs en brique il faut que les matériaux soient d'une bonne qualité. Il importe donc beaucoup que le constructeur apporte un grand soin dans le choix de ces matériaux. Ensuite il faut avoir encore soin que les joints formés par le mortier ou par toute autre espèce de matière pour former liaison, ne soient pas trop épais; il faut en outre que la liaison soit appropriée au but que les murs doivent remplir, et enfin il faut prévoir les inconvénients auxquels les diverses liaisons seront exposées dans la suite.

Les dimensions des briques donnent ordinairement l'épaisseur des murs. Cependant cette épaisseur peut varier et faire exception à la règle. Toute brique a une épaisseur déterminée, que nous indiquerons par la lettre *e;* cette épaisseur est de $0^m,045$ à $,0^m055$; elle a ensuite une largeur, que nous indiquerons par la lettre *l :* cette largeur est double de l'épaisseur; elle a enfin une longueur, que nous indiquerons par la lettre L, longueur qui est double de sa largeur. La mesure de la brique prismatique sera donc dans la proportion suivante :

$$e : l : L = 1 : 2 : 4.$$

La déviation de la forme mathématique rigoureuse dans la cuisson de la brique fait que tout en posant les briques les unes à côté des autres, il y aura toujours des intervalles; ces irrégularités sont compensées par la liaison ou mortier employé. Afin que la pression d'en haut se fasse également sentir sur les pierres ou briques inférieures, il faut veiller à ce que chaque brique ait un lit égal de mortier, c'est-à-dire que la mince couche de mor-

tier sur laquelle on pose la brique, soit étendue sur la superficie inférieure qui doit recevoir la brique supérieure. En thèse générale, l'épaisseur des joints dépend du plus ou moins de régularité des briques, et ensuite de la nature plus ou moins graveleuse du sable avec lequel est formé le mortier.

L'épaisseur des joints dans une maçonnerie soignée peut être $0^m, 01$ et ne doit pas dépasser $0^m, 013$.

Il faut commencer par étendre avec la truelle une couche de mortier sur le lit de pose, y poser ensuite la brique qu'on frotte sur le mortier ou qu'on frappe avec la truelle jusqu'à ce qu'elle ait pris une position stable.

Il faut que les murs en brique soient élevés par assises horizontales qui s'alignent au cordeau et qui prennent le nom de *tas*. Les joints verticaux seront remplis de mortier au moyen de la truelle; l'exacte juxtaposition des matériaux est obtenue par le choc ou le frottement de la brique dans le mortier ou toute autre espèce de liaison.

Pour bien lier et consolider les briques entre elles, il faut avoir soin que les joints verticaux ne tombent pas l'un sur l'autre, mais qu'ils alternent.

Quand la brique est de bonne qualité on peut l'employer pour élever des cloisons portant charpente. La brique se pose alors à plat, et brute; elle donnera une épaisseur de cloison égale à sa largeur (de $0^m, 107$), ou demi-brique, sans enduit des deux côtés, bien entendu.

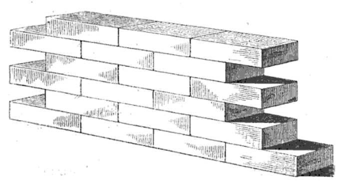


Fig. 76.

Voici comment se fait ce genre de construction en brique :

Pour des cloisons qui n'ont point de charpentes à porter, on peut employer la brique sur champ, c'est-à-dire placée sur son épaisseur, ainsi que le montre la fig. 77.

La fig. 76. donnera des assises de 0m,045 à 0m,055 de hauteur et la fig. 77 en donnera de 0m,107 environ, sans compter l'épaisseur des joints.

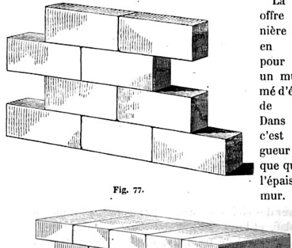


Fig. 77.

La fig. 78 offre la manière de poser en briques pour former un mur nommé d'épaisseur de brique. Dans ce cas c'est la longueur de la brique qui forme l'épaisseur du mur.

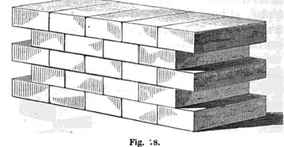


Fig. 78.

Un mur d'épaisseur de brique peut aussi être formé par des briques en travers comme celles de la fig. 79, alternant avec deux briques à plat, formant la largeur du mur au moyen de leurs deux largeurs réunies.

On élève des murs en brique et demie d'épaisseur : dans ce cas on place en travers une longueur de brique contre la-

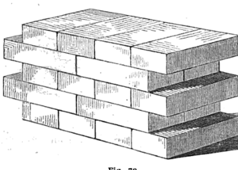


Fig. 79.

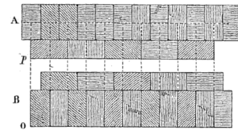


Fig. 80.

quelle s'appuie une brique en largeur fig. 80. A est une assise et B en est une autre; elles doivent ainsi alterner afin de contrarier les joints et former une bonne liaison.

Un système compliqué de croisement de joints et qui offre la meilleure de toutes les liaisons dans la maçonnerie en brique, est ce qu'on nomme *liaison en croix*, ou liaison cruciforme, ou en losange, parce que effectivement dans cet appareil on voit paraître de distance en distance des croix de Saint-André.

Supposons un mur d'une brique d'épaisseur; admettons que la première assise soit formée des briques dont la plus petite face se présente a nous; au-dessus de cette première assise s'en élevera une autre de briques qui nous font voir leur plus longue face; une troisième assise sera la répétition de la première : mais (fig. 81) la quatrième assise ne sera pas la répétition de la seconde. Les briques seront posées dans la même direction que celles de la seconde assise, c'est-à-dire en longueur, mais non comme nous l'indiquons par l'assise ponctuée, et non les joints aaa perpendiculaires sur les joints AAA de la seconde assise. Ces joints au contraire devront tomber au milieu des briques oooo de la seconde assise, ainsi que le

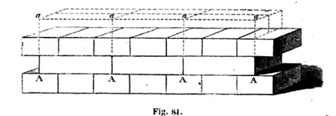


Fig. 81.

montre la fig. 82. Quatre assises semblables seront montées

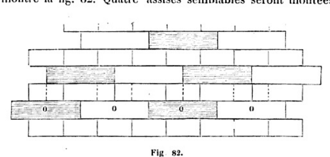


Fig. 82.

jusqu'à la hauteur voulue. Dans la fig. 83 on verra paraître

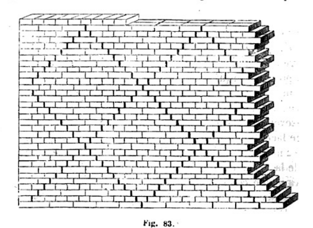


Fig. 83.

régulièrement les croix de St-André dont nous avons parlé.

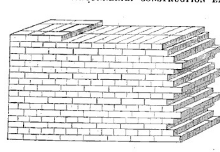


Fig. 84.

La figure 84, fait voir un mur en liaison cruciforme de deux briques d'épaisseur.

Les bons ouvriers briqueteurs construisent en liaison cruciforme, les médiocres se contentent du système où toujours les assises 1, 3, 5, etc.; 2, 4, 6, etc. (fig. 85) se ressemblent, comme le montre la figure 86.

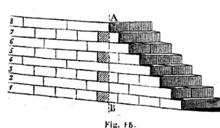


Fig. 85.

Nous avons maintenant à nous occuper des têtes de mur ou angles de maçonnerie de brique et des retours d'angle. Nous commencerons par un angle d'après le système de liaison en croix. Supposons qu'il s'agisse d'arrêter l'appareil en question dans un plan vertical en AB (fig. 85), pas-

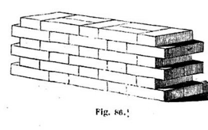


Fig. 86.

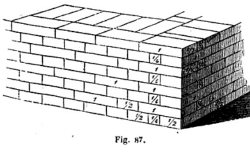


Fig. 87.

sant par un joint de briques posées en longueur, il restera à la 1re, 3e, 5e, 7e, etc., assise des vides de 1/4 de brique, qu'il faut remplir pour arriver à l'aplomb de la ligne AB; de même il restera à la 2e, 6e, etc., assise des vides d'une demi-brique. Pour remplir ces derniers vides, il n'y a pas d'inconvénient de se servir de demi-briques, mais il n'en est point de même pour les autres vides, qui ne sont que d'un quart de brique. Au lieu de ces quarts de brique à l'extrémité, on y substitue une demi brique et à la suite, on place le quart de brique, ce qui conserve la solidité de l'angle. La figure 87 fera aisément comprendre cette manière de former les angles ou têtes de mur en maçonnerie de brique. Quant au retour d'angle dans l'intérieur, pour murs de refend ou cloisons, l'appareil en donne l'amorce, soit en vides soit en briques en saillie. Il est essentiel de veiller à ce que les murs et cloisons intérieurs soient bien liés aux murs extérieurs de la construction.

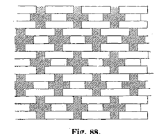


Fig. 88.

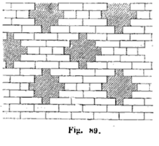


Fig. 89.

Fig. 90.

Quand on a des briques de diverses couleurs ou des briques vitrifiées, ou d'un rouge jaunâtre ou violettes, etc., on peut facilement rompre la monotonie d'un mur en brique en composant avec des briques de même nuance des bandes horizontales, des losanges, des compartiments, etc.

Dans les figures 88, 89, 90, nous donnons des combinaisons de brique dont on peut se servir pour des constructions diverses, soit d'utilité, soit d'agrément.

Dans quelques pays, surtout dans le midi, on se sert, dans la construction, de briques non cuites au feu, mais simplement séchées au soleil. On les confectionne avec de la terre argileuse

ou de l'argile mélangée quelquefois de foin ou de paille hachée. Quand on a d'autres matériaux à sa portée, il faut les employer de préférence aux briques crues.

Murs en moellons.

Les moellons sont des pierres naturelles, comme nous avons dit, de moyennes et de petites dimensions, auxquelles on donne des formes plus ou moins régulières par une taille grossière; quand on ne se sert que de la hachette ou du marteau, elles ne subissent qu'un simple *épinçage.* Dans la maçonnerie en moellons bruts, les rangs horizontaux peuvent être d'inégales hauteurs et les pierres de grandeurs différentes, sans que, pour cela, les murs aient moins de solidité; mais il faut qu'ils soient bien construits à bain de mortier et que les pierres soient bien placées en raison de leur forme et de leur volume, et disposées en liaison, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur. Ce genre de maçonnerie, qui doit toujours être recouverte d'enduits, est appelée *limosinage.*

Il y a une autre sorte de maçonnerie, celle en *moellons piqués*, employée pour les revêtements et murs extérieurs, tels que murs de terrasse et autres auxquels on veut donner une certaine apparence sans enduits. Pour construire ces murs d'une manière convenable, les moellons destinés à former les parements doivent être équarris et avoir leurs lits, leurs joints et parements bien dressés; il faut enfin qu'ils soient posés par rangs d'assises en liaison, les uns sur les autres de manière à ce que deux joints verticaux ne tombent jamais d'aplomb l'un sur l'autre. Dans la maçonnerie à moellons piqués, les rangs sont d'égale hauteur et les moellons de même dimension; quant à la solidité, elle dépend de la manière dont les moellons sont posés, reliés et garnis dans l'épaisseur du mur par des bains de mortier ou de plâtre.

Pour avoir une bonne maçonnerie, il faut avoir soin de recommander aux ouvriers de poser leurs moellons sur un bon lit de mortier ou de plâtre, de frapper sur chaque moellon pour l'assujettir en place et opérer une bonne jonction, et après avoir bien garni le milieu du mur et tous les vides entre

les moellons, au moyen des petites pierres et des recoupes broyées avec le mortier, arraser le mur *bien de niveau* à chaque rang d'assise avec une bonne couche de mortier. En dernier lieu, si l'on construit pendant la chaleur, pour que le mortier s'unisse mieux avec les moellons, il serait à propos que les ouvriers eussent auprès d'eux une grande auge ou baquet plein d'eau, dans lequel ils tremperaient leurs moellons avant de les poser, et un panier à clairevoie pour les recoupes ou garnis qu'on tremperait de même avant de les broyer avec le mortier. Ce procédé, pratiqué dans plusieurs contrées méridionales, est surtout excellent pour les ouvrages qui doivent contenir de l'eau, tels que bassins, réservoirs, aqueducs, pour les constructions qui exigent une parfaite et grande solidité et même pour celles qui doivent être maçonnées en plâtre.

La plupart des ouvriers n'opèrent point ainsi; après avoir posé les moellons des parements en mortier ou en plâtre, ils se contentent de remplir le milieu avec des débris de pierrailles et de la poussière à sec, en sorte qu'ils n'emploient du mortier ou du plâtre que pour les parements. C'est ce qu'il faut soigneusement éviter.

Pour donner la solidité convenable à une construction en maçonnerie de moellons, il faut qu'un certain nombre de moellons occupent toute l'épaisseur du mur, formant ainsi parement des deux côtés : ces moellons sont nommés *parpaings.* On comprendra aisément que l'office du parpaing est de relier les deux parements et d'empêcher les murs de *boucler*, comme on dit, ou de se fendre dans leur épaisseur.

Dans les contrées où la pierre est rare ou d'une grande dureté, on emploie ce qu'on nomme l'*appareil polygonal,* formé de pierres de toutes dimensions et formes; on cherche à les juxtaposer en joignant ensemble les faces semblables, et dont le parement forme par conséquent des polygones plus ou moins irréguliers.

Dans les pays où se trouvent des cailloux roulés, des recoupes de meulières ou d'autres pierres, des silex ou pierre à feu, de la caillasse, ces matériaux sont employés pour former un appareil nommé *rocaillage;* alors ils sont de formes très-irrégulières, et on les pose de façon à avoir des lignes aussi réguliéres que possible dans la disposition des joints. On se sert de cet

appareil pour les constructions rustiques et autres, pour des soubassements, etc.; mais il ne faut jamais employer le grès pour les soubassements, car le grès est un bon conducteur de l'humidité. Si cependant on ne pouvait faire autrement, il faudrait alors placer à hauteur du premier plancher ou plancher du rez-de-chaussée, une couche mince de béton ou bien même une mince lame de plomb pour empêcher l'humidité pompée par le grès de s'élever plus haut dans la construction.

La solidité des constructions en *mortier* va toujours en augmentant, tandis que celle des ouvrages en plâtre va toujours en diminuant. Lorsque ces derniers sont exposés à l'humidité ou aux injures de l'air, ils ont besoin d'être renouvelés au bout de vingt ans et quelquefois même au bout de quinze ans. Les ouvrages en mortier au contraire, en s'affaissant, prennent une consistance plus solide, par le rapprochement de leurs parties; ceux en plâtre changent de forme en augmentant de volume : ils se tourmentent et gauchissent par l'effet du renflement que contrarie toujours quelque obstacle.

Afin de consolider les angles droits aux extrémités des constructions en moellons ou en pierres dures, les jambages des baies des portes et des fenêtres, on emploie quelquefois, pour ces travaux des briques ou des pierres de taille. Mais une assise de l'épaisseur d'une seule brique ne serait pas convenable à l'effet qu'on se propose; il faut composer ces assises de plusieurs épaisseurs de brique à plat. La fig. 91 montre la manière de lier du moellonnage avec

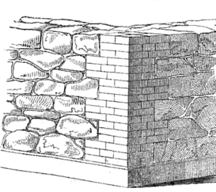


Fig. 91.

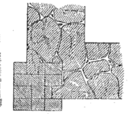


Fig. 92.

la brique, et la fig. 93 celle du moellonnage avec la pierre de taille qui se fait de la même manière.

Il va sans dire que le nombre d'assises de briques dépend de la dimension des moellons employés; il en est de même de la pierre de taille quant à la hauteur de son assise.

Mais le système indiqué dans la fig. 91 ne doit être employé que pour des hauteurs peu considérables, pour des baies de porte ou de fenêtre; s'en servir pour des élévations de quatre mètres, par exemple, pourrait être dangereux, en ce que le poids serait capable de rompre l'extrémité des briques dans la saillie formée par la plus large assise de ces briques. On a donc obvié à cet inconvénient dans les pays où la brique est d'un emploi absolu, en n'employant point de harpes (1), mais en montant un écoinçon vertical ainsi que l'indique la fig. 92. et de chaque côté un peu en saillie sur le mur. On comprendra que ce moyen de solidité ne peut être employé avec utilité et sécurité que dans des murs épais.

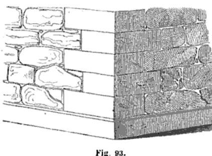


Fig. 93.

Sans nuire à la solidité d'une construction en moellon apparent ou pierre dure apparente, on peut y introduire des assises de brique pour rompre la monotonie de la pierre et donner une certaine vie aux ouvrages. On pratique souvent ce système en alternant la rocaille avec la brique.

On nomme *stabilité*, en terme de construction, cette qualité qui fait que des assemblages de corps solides se soutiennent entre eux par leurs formes et leurs positions, et résistent aux efforts combinés qui résultent de leur pesanteur.

(1) Pierres laissées alternativement en saillie à l'épaisseur d'un mur, pour faire liaison avec un autre qui peut être construit dans la suite.

La stabilité est la première qualité que doit présenter une construction parfaite. Elle résulte de la bonne qualité des matériaux, de leur résistance ainsi que de l'habileté avec laquelle ils sont assemblés. Pour qu'un édifice soit stable il faut donc :

1° Que toutes les parties d'un bâtiment soient formées de matériaux de bonne et durable qualité;

2° Que toutes les parties d'un bâtiment soient parfaitement soutenues ou appuyées;

3° Que toutes les superficies des parties souterraines ou basses soient plus étendues que celles qui sont élevées au-dessus;

4° Que la partie qui supporte un poids soit plus solide que le poids supporté;

5° Que les parties vides, les baies des fenêtres, des portes, etc., les parties pleines de maçonnerie, s'élèvent les unes sur les autres, les vides sur les vides, les pleins ou massifs sur les pleins ou massifs;

6° Que les matériaux soient liés de telle façon entre eux que les parties qui pèsent ne déchirent, ne rompent point celles qui supportent, ni les écrasent, ni les épaufrent;

7° Que les matériaux à assembler soient bien unis, afin que les matériaux qui doivent faire corps ou un ensemble compacte se touchent sur le plus grand nombre possible de points, en se juxtaposant et en formant ainsi une puissante homogénéité.

Tels sont les premiers axiomes de bonne construction qu'on ne doit jamais perdre de vue.

On sait que la terre est isolée dans l'espace; de là le principe de la tendance de tous les corps vers son centre; rien ne se détache de notre globe pour s'échapper dans l'immensité, et les corps qui se trouvent accidentellement lancés hors de sa surface y retournent toujours avec rapidité. C'est cette tendance de tous les corps au centre de la terre qu'on nomme la *pesanteur*. La terre a la propriété d'attirer constamment vers son centre toutes les parties matérielles qui la composent, tous les corps qui sont à sa surface et tous ceux qui peuvent être placés autour d'elle à distance. Quand un corps quelconque est empêché de tendre vers le centre de la terre, il manifeste cet empêchement par la *pression*, la *déviation* ou le *poids*.

La direction que suit un corps en tombant sur la surface de

la terre forme la ligne verticale, ou ligne d'aplomb. Il est d'usage de la figurer par un fil à l'extrémité inférieure duquel pend un corps solide. Si les corps entiers tendent à suivre cette direction, toutes leurs parties en font de même. Ainsi un corps pesant suspendu par un fil prend à son égard une situation telle que les parties opposées, relativement à une ligne qui traverserait ce corps en suivant le prolongement du fil, sont également pesantes, ou agissent avec des efforts égaux; de sorte que cette ligne peut être regardée comme un axe d'équilibre. Toutes les fois qu'on change le point de suspension d'un corps, la direction du fil prolongée donne un nouvel axe d'équilibre; mais ce qu'il y a de remarquable, c'est que tous ces axes se rencontrent en un même point o situé au centre de la masse du corps (fig. 94).

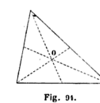


Fig. 94.

Nous venons d'indiquer ce qu'est la pesanteur. Si un corps est empêché d'obéir et forcé de rester dans un lieu ou un point quelconque, il exerce sur ce lieu ou point toute la pesanteur ou poids de sa masse ou volume, et ce point ou lieu est nommé de là le *centre de gravité* de ce corps, le centre de gravité ou centre de la pesanteur de toutes les parties de ce corps.

Ce centre de gravité est aussi le centre de la masse, parce qu'on peut se figurer que toute la masse d'un corps, supposé même que cette masse ne fût pas pesante, que toute la masse d'un corps serait rassemblée sur ce point; et quand un corps est en mouvement, il ne s'agit que d'arrêter ce point pour amener l'immobilité de tout le volume du solide en mouvement.

Si la masse d'un corps a partout une égale densité, son centre de gravité sera identique au centre de sa masse ou de sa figure. Une sphère ou boule dans tout son volume d'une égale densité aura son centre de gravité dans son centre; un cylindre l'aura au centre de son axe; un bâton prismatique, au centre de la ligne qui le partage en deux; etc.

De ce que nous venons de dire il résulte qu'un solide, d'une figure quelconque, a toute la stabilité dont il est susceptible

lorsqu'une des verticales abaissées des points de son contour ne tombe pas hors de sa base.

La stabilité des solides de même base diminue en raison de la hauteur de leur centre de gravité; ainsi dans les prismes, les parallélipipèdes et les cylindres, le centre de gravité étant situé sur l'axe à moitié de leur hauteur, tandis que dans les pyramides et les cônes il est placé au quart, il en résulte que la stabilité d'une pyramide est à celle d'un prisme de même base et de même hauteur, comme 2 est à 1, c'est-à-dire qu'elle est double.

Ce que nous venons de dire en général sur la stabilité suffit pour expliquer les effets qui résultent de la forme et de la disposition des pierres de taille employées à la construction des édifices et des bâtiments. Nous allons ajouter encore quelques règles qui se rapportent au centre de gravité.

Pour trouver le centre de gravité d'un triangle quelconque, il faut tirer du milieu de chacun de ses côtés une ligne aboutissant à l'angle opposé; le point d'intersection de ces lignes sera le centre de gravité cherché (fig. 94).

Pour trouver le centre de gravité d'une surface rectiligne irrégulière quelconque, telle que le pentagone ABCDE par exemple, décomposez d'abord ce pentagone en trois triangles ABC, ACD et ADE, et déterminez les centres de gravité de chacun de ces triangles par le moyen que nous venons d'indiquer. Vous tirerez ensuite deux lignes NO, OP formant une angle droit dans lequel se trouvera placé le polygone. Une fois cet angle droit tracé vous multiplierez la surface de chaque triangle par la distance de son centre de gravité à la ligne ON indiquée par Ff, Gg, Hh, et diviserez la somme de ces produits par la surface entière du pentagone; le résultat de cette opération vous donnera une distance moyenne, par laquelle vous menerez une ligne IK parallèle indéfinie à ON; en faisant la même opération par rapport à ligne OP, vous aurez une nouvelle distance moyenne pour mener une autre ligne parallèle à OP, le point M où les deux parallèles se couperont sera le centre de gravité du pentagone.

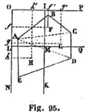


Fig. 95.

Quant aux solides dont nous allons nous occuper, il faut supposer qu'ils sont toujours composés de parties homogènes, dont la pesanteur est partout uniforme. On peut distinguer les solides en deux classes principales : savoir, les solides réguliers et les solides irréguliers.

Dans les solides réguliers, composés d'éléments de même figure que leur base, posés les uns sur les autres, leurs centres de gravité se trouvent dans une ligne verticale, nommé axe droit. Tels sont les parallélipipèdes, les cylindres, les pyramides, les cônes, les conoïdes, les sphères et les sphéroïdes.

Pour trouver le centre de gravité d'une pyramide ou d'un cône tronqué, multipliez le cube du cône entier ou de la pyramide par la distance de son centre de gravité au sommet; ensuite ôtez de cè produit celui de la portée MSR, qui manque au cône ou à la pyramide tronquée, par la distance de son centre de gravité au sommet; divisez le reste par le cube du cône ou de la pyramide tronquée : le quotient sera la distance du centre de gravité G de ces parties de cône ou de pyramide tronquée à leur sommet.

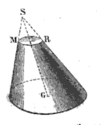


fig. 96.

Le centre de gravité d'une demi-sphère est aux trois huitièmes du rayon qui forme sa hauteur, à partir du centre.

Tous les solides, quelle que soit leur forme, peuvent être divisés en pyramides, de même que nous avons dit que les surfaces planes irrégulières pouvaient se diviser en triangles; il s'en suit qu'on peut trouver leur centre de gravité par la même méthode. Seulement au lieu de deux lignes formant un angle droit, il faut supposer deux plans verticaux NAC, CEF, entre lesquels est placé le solide G (fig. 97). On rapportera à chacun de ces plans les *moments* des pyramides, c'est-à-dire le produit de leur cube par la distance de leur centre de gravité ; on divisera la somme de ces produits, pour chaque plan, par le cube total du solide ; le quotient

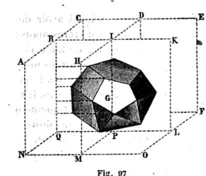


Fig. 97

indiquera la distance des deux autres plans BKL, DHM parallèles aux premiers. L'intersection de ces deux derniers plans donnera une ligne IP ou axe d'équilibre sur lequel doit se trouver le centre de gravité du solide. Pour déterminer ce point G, on supposera un troisième plan NOF, perpendiculaire aux précédents, c'est-à-dire horizontal, sur lequel on peut supposer que le solide est placé. On cherchera encore, par rapport à ce plan, les moments des pyramides, en multipliant leur cube par la distance de leur centre de gravité; divisant ensuite la somme de ces produits par le cube du solide entier, le quotient donnera sur l'axe la distance PG de ce troisième plan au centre de gravité du solide irrégulier.

Murs en pierres de taille.

Les murs élevés en pierres naturelles, taillées régulièrement, et qu'on nomme pierres de taille, sont construits généralement selon les règles que nous développons pour la construction en brique et à laquelle nous renvoyons page 196 et suivantes.

Quand la construction en pierres de taille est bien exécutée, elle se distingue par une grande stabilité et une longue durée. La presque totalité des pierres de taille employées ont une forme parallélipipédique deux fois aussi larges et quatre fois environ aussi longues que leur hauteur. Cependant cette dimension n'est point absolue, mais relative aux lits de la pierre dans la carrière. Les pierres de taille cubiques ne donnent pas de bonne liaison : il faut éviter leur emploi; et si la longueur de la pierre dépasse quatre fois sa hauteur, elle est souvent sujette à se casser.


Fig. 98.

En thèse générale 1° les pierres de taille doivent avoir des faces unies et régulières, et point d'angles ni d'arêtes aigus; 2° dans les murs de peu d'épaisseur, la pierre de taille doit être placée selon la longueur de sa dimension, et dans les murs épais, alternativement en longueur et en parpaing, les intervalles étant remplis exactement avec des pierres régulières. Il va sans dire que les assises ne doivent pas s'élever identiquement les mêmes les unes sur les autres, mais que les joints doivent être alternés ainsi que le montre la fig. 99. 3° Il faut que les pierres d'une assise aient la même hauteur; quant aux assises, leur élévation peut varier sans nuire à la solidité. 4° Il faut que les faces horizontales des pierres ne soient pas concaves, mais plutôt convexes. 5° Enfin, il faut que le mortier soit composé de chaux grasse et de sable fin et pas trop épais: car le mortier sert moins à la liaison des pierres qu'à remplir les interstices et les joints, pour former un lit régulier et convenable pour les pierres.

Fig. 99.

Comme c'est l'effet de la pesanteur qui unit les pierres les unes aux autres, il est évident que plus elles seront grandes, plus elles auront de stabilité et plus leur union sera solide; mais il faut, comme nous l'avons dit, que leurs lits soient bien dressés et dégauchis, afin qu'elles portent également partout, car plus elles sont grandes, plus elles sont sujettes à se rompre lorsqu'il se trouve des endroits qui ne portent pas.

Les pierres qui ont trop peu d'épaisseur relativement à leur longueur se rompent sous la charge. Plus les pierres ont d'épaisseur relativement à leur longueur, plus elles sont à même de résister à un tassement inégal, qui pourrait provenir de ce que les pierres ne portent pas également dans toute l'étendue de la surface de leurs lits, ou parce que ces surfaces n'auraient pas été exactement dressées et dégauchies.

Les pierres cubiques d'une assez forte dimension sont celles qui soutiennent le mieux de fortes charges; elles ont cependant moins de stabilité et ne forment pas assez de liaison entre elles.

Lorsqu'on a des pierres dures d'une grande fermeté, et qui

portent plus de $0^m,33$ d'épaisseur toutes taillées, on peut leur donner jusqu'à quatre à cinq fois leur hauteur en longueur, et deux ou trois fois cette hauteur pour largeur.

Avant de procéder à la pose de pierres de taille pour les murs ou pieds-droits, et disposées par rangs d'assises horizontales, il faut vérifier si les joints et surtout les lits sont bien dressés et dégauchis. On saura si une pierre est gauche, en appliquant dessus une règle bien droite d'un angle à l'autre de la surface d'un de ses joints ou lits, c'est-à-dire de 2 en 4 et de 1 en 3. Si la règle porte dans toute son étendue, sans laisser de jour, c'est une preuve que la face est droite et bien dégauchie.

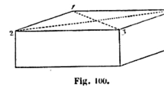


Fig. 100.

Pour faire des constructions solides et durables en pierres de taille, il faut non-seulement que les lits et joints soient bien dressés et dégauchis, il est encore nécessaire qu'ils soient d'équerre, c'est-à-dire qu'ils forment des angles droits avec les parements, afin qu'ils puissent se trouver d'aplomb lorsque les pierres sont posées de niveau sur leurs lits.

Quant à la pose, on commencera par déraser bien de niveau le lit, ou la surface quelconque sur laquelle les pierres doivent être posées; on les présentera d'abord à leur place en les posant à cru sur leur lit, afin de vérifier avec le plomb, l'équerre et le niveau, si dans cette position le parement, les joints et les lits sont disposés ainsi qu'ils doivent l'être, et si le fort qu'on a laissé pour retravailler le parement sur place est suffisant. Ensuite on relèvera cette pierre, et après avoir bien nettoyé et arrosé le *tas* (1) et le dessous de la pierre, on étendra une couche de mortier clair fait avec du sable très-fin; on posera ensuite la pierre dessus dans la position où elle a été essayée, et on la battra avec une dame ou billot de bois de moyenne grosseur, afin de l'asseoir sur son lit, et faire refluer le mortier superflu. Il ne faut pas qu'il se trouve dans le sable des petites pierres ou du gravier qui puisse empêcher les pierres de se joindre,

(1) Dans l'art de bâtir, c'est le bâtiment même qu'on élève.

parce que le moindre petit caillou qui résisterait serait dans le cas de faire éclater les pierres, et de produire les mêmes effets que les cales, que de médiocres ouvriers ont quelquefois l'habitude de poser sur les lits pour racheter la mauvaise taille des pierres. Aussi doit-on préférer les sables doux et argileux aux sables de rivière; on peut encore faire usage de poudre de pierre tendre tamisée.

S'il s'agit d'ouvrages dans l'eau ou destinés à en contenir, on fera usage de tuileaux pilés. A leur défaut, on peut y suppléer en faisant de petites boules ou pelottes de terre glaise ou argileuse qu'on fera cuire au four, pour les écraser lorsqu'elles seront bien cuites. On peut encore faire usage des petits cailloux ou galets que l'on trouve dans les campagnes et sur le bord des rivières et des fleuves, qu'on fera rougir au feu, pour les réduire ensuite en poudre et que l'on mêlera à la chaux.

Pour faciliter la pose de la pierre sur mortier, on peut, après avoir étendu ce dernier sur la pierre inférieure, mettre des cales de bois aux quatre angles pour la renverser dessus. On ôte ces cales dès que la pierre est en place, pour la lâcher sur le mortier et la battre, afin de la faire porter également sur tous les points, comme nous l'avons expliqué plus haut.

Toute pierre doit être posée sur son lit de carrière, c'est-à-dire dans la direction qu'elle occupait dans les couches ou bancs d'où elle a été extraite. Il ne faut jamais poser de pierre *en délit*, d'aplomb, ou contraire à sa position naturelle.

La plus simple construction en pierres de taille est celle où la pierre forme l'épaisseur totale du mur. Si les pierres ont une égale longueur, on les pose comme les briques, c'est-à-dire que les joints d'une assise tombent au milieu des pierres de l'assise inférieure, ainsi que le montre la fig. 101. Dans cet *appareil* les assises peuvent être de même hauteur, chaque pierre d'égale longueur et former l'épaisseur du mur, comme nous avons dit.

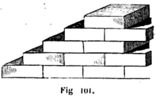


Fig 101.

La fig. 102 montre une combinaison de pierres de même forme

et de mêmes dimensions, disposées par assises de hauteur égale.

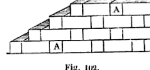
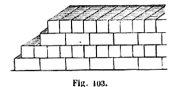


Fig. 102.

Ces pierres, dont la longueur est double de la largeur, présentent alternativement une face carrée et une face rectangulaire nommée *barlongue*. Les pierres à faces carrées forment seules l'épaisseur du mur, tandis qu'il en faut deux des autres pour former cette épaisseur. Ces pierres à doubles faces carrées sont désignées sous le nom de *parpaings* (A, A).

La fig. 103 offre une combinaison dans laquelle chaque rang est composé de pierres de même forme ; mais un rang de pierres à faces carrées se trouve entre deux rangs ou assises de pierres à faces barlongues. Les pierres à faces carrées forment toute l'épaisseur du mur, tandis qu'il en faut deux ou trois rangs de celles qui sont barlongues pour former cette épaisseur. Ces pierres qui se relient en tous sens, forment une construction très-solide.


Fig. 103.

Il y a une construction formée d'assises de deux hauteurs différentes, posées alternativement l'une sur l'autre. Les petites assises n'ont que les deux tiers des dimensions des grandes; en sorte qu'il en faut trois petites pour former l'épaisseur du mur, et deux des grandes, ce qui produit une double liaison à l'intérieur et à l'extérieur.

Il y a une disposition de pierres qui est à peu près la même que la précédente. Elle n'en diffère qu'en ce que le mur étant supposé plus épais, l'intervalle qui se trouve entre les pierres qui ont leur longueur en parement, est rempli avec de la maçonnerie en blocage. On peut, par économie, adopter cette manière de bâtir lorsque les murs n'ont pas une *grande charge à supporter*.

Mais il faut bien surveiller les ouvriers pour les empêcher d'abréger leur travail; car ils sont enclins à faire bon marché des saines règles de construction, soit par ignorance, soit par

intérêt. Il faut surtout exiger qu'ils posent fréquemment des parpaings afin de bien lier les murs et les empêcher de s'écarter.

Des Baies.

Les baies sont pratiquées dans les murs pour les usages divers : il y a des baies de fenêtre, de porte, etc. ; le mot de baie est équivalent d'ouverture. Les baies sont généralement établies de manière à ce que leur partie inférieure soit horizontale, les côtés ou faces verticales, perpendiculaires et leur sommet horizontal ou en arc. La partie inférieure des baies de porte est nommée *seuil;* celle des fenêtres *appui*, A. Les côtés verticaux, comprenant le tableau T fig. 104, la feuillure F et l'ébrasement E, sont nommés *pieds droits* ou *jambages.* Le sommet de la baie est appelé *plate-bande de baie*, soit horizontale, soit en arc.

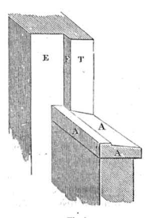


Fig. 104.

Dans la construction en brique et dans les localités où il n'y a pas de pierre, le seuil est formé d'une rangée de briques posées sur champ, les unes à côté des autres. On choisit à cet effet les briques les plus dures, auxquelles on donne pour liaison du mortier à chaux hydraulique. On recouvre ensuite cette maçonnerie d'une frise en chêne, goudronnée en dessous et sur ses faces verticales latérales. Mais il vaut mieux se servir de pierre dure ou de grès pour les seuils de porte.

Les appuis de fenêtre se forment aussi d'une rangée de briques sur champ ou d'un morceau de pierre, auquel on donne un petit biais du dedans en dehors, afin de faciliter l'écoulement des eaux pluviales et les eaux produites par la fonte des neiges. Ce biais aura pour hauteur 1/6 de sa largeur. L'appui, soit en briques soit en pierre, doit former une saillie d'environ 3 à 4 centimètres sur le nu du mur extérieur, et sur cette saillie en

dessous, on pratique une rainure ou petit canal appelé larmier, pour empêcher l'eau de couler le long du mur. Les appuis de fenêtre, dont on dispose l'emplacement lorsqu'on monte la construction, ne se posent qu'à près coup, quand le tassement des murs a eu lieu et qu'il n'y a plus de crainte à avoir pour la rupture de l'appui, ce qui a lieu souvent quand on les met en place trop tôt. Il faut avoir soin de laisser un jour en dessous de l'appui, jour qu'on remplit plus tard en mortier, pour empêcher l'appui de casser.

Les jambages ou pieds-droits de la baie renferment le tableau et la feuillure. Le tableau est la partie droite ou épaisseur du mur visible au dehors, jusqu'à la porte ou la fenêtre; cette partie est presque constamment d'équerre avec le parement extérieur. La feuillure forme avec le tableau un angle rentrant, et c'est dans la feuillure qu'est posée la fenêtre ou la porte. Elle est suivie de l'embrasure, élargissement ou biais qui se prolonge jusqu'au parement du mur, à l'intérieur, pour faciliter la pénétration de la lumière, l'ouverture des guichets, des portes et des fenêtres (fig. 104).

Dans la construction en briques, l'épaisseur du tableau est déterminée par la longueur des briques. Dans la construction en pierres de taille, cette épaisseur est arbitraire. Pour les maisons ordinaires d'habitation, on lui donne de 16 à 20 centimètres de profondeur ou épaisseur. En dessous de cette mesure, l'effet en devient disgracieux et camus.

Dans les constructions mixtes ou dans celles en pierres de taille, quand le bandeau ou linteau est formé d'une seule pierre, il faut avoir soin de la décharger du fardeau supérieur qui pourrait la casser. On pose donc au-dessus du linteau une autre pierre et de la largeur de la baie *aa'*, afin que ses deux extrémités ne posent pas sur le vide, mais bien sur les deux montants verticaux de la baie de fenêtre ou de porte, ainsi que le fait comprendre la fig. 105. Souvent aussi on élève au-dessus

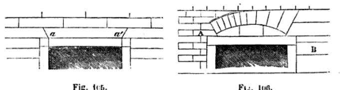


Fig. 105. Fig. 106.

du bandeau un arc en pierre côté B ou en brique côté A, comme nous l'indiquons par la fig. 106.

S'il est nécessaire de couronner des baies au moyen de pierres qui n'auraient pas pour longueur la largeur des baies, il y a deux manières pour effectuer ce couronnement. Le premier serait l'encorbellement et l'autre l'arc.

L'encorbellement est très-ancien. Il était connu des Égyptiens, des Grecs, etc., mais on ne le pratique que très-rarement aujourd'hui. Il peut servir pour des constructions pittoresques ou de fantaisie, dans des parcs et des jardins. L'encorbellement consiste à disposer les assises supérieures de manière à ce qu'elles forment saillie sur les assises inférieures.

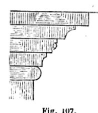


Fig. 107.

Quant au couronnement ou terminaison supérieure d'une baie au moyen d'un arc, les matériaux sont posés sur champ et forment des coins qui se soutiennent mutuellement. Cette espèce de voûte étroite au-dessus d'une ouverture de médiocre largeur est nommée *arc*, tandis qu'on nomme *voûte* une construction courbe qui surmonte un espace quelconque pour lui servir de couverture. En construction, arc et voûte désignent le même objet.

Les différentes parties de l'arc ont des dénominations particulières, qu'il est utile de connaître. On nomme *pieds-droits* les parties du mur sur lesquelles s'élève l'arc; *intrados* ou *douelle* la partie ou surface inférieure de l'arc, qu'elle soit droite ou concave; *extrados* le dessus convexe de l'arc; les plans verticaux de devant et de derrière s'appellent *faces;* les premières assises inclinées sont nommées *pieds* de l'arc; le point le plus élevé de l'arc est nommé *sommet* ou *clef;* joints *en coupe*, les joints inclinés et tracés d'après un centre; joints *de tête* ou *de face*, ceux qui sont tous d'un côté du parement de l'arc; joints *de douelle*, ceux qui sont sur la longueur du dedans d'une voûte, ou sur l'épaisseur d'un arc. La corde de l'arc est la distance de la naissance de l'arc d'un pied-droit à l'autre. La distance verticale depuis la corde jusqu'à l'intrados ou douelle est la *hauteur* de l'arc.

On emploie un grand nombre de lignes courbes dans l'exécution des arcs et des voûtes; telles que le plein cintre ou moitié du cercle, l'arc à segment dont la courbe n'est qu'une partie de la moitié du cercle, l'arc ogival ou à tiers point, l'arc en ellipse, l'arc surbaissé, etc.

Le plein cintre est une courbe *abc* généralement connue et employée, fig. 108. Les joints de cette espèce d'arc aboutissent tous au point de centre du plein cintre et les joints de *douelle* ou intérieur de la voûte sont tous parallèles entre eux. Il en est de même dans l'arc à segment. Dans l'exécution des arcs et des voûtes, on se sert de ce qu'on nomme *cintres*, ouvrages en charpente dont l'extérieur a la forme de la douelle ou intrados qu'on veut établir, et sur lesquels on pose les rangées ou assises courbes des matériaux employés, en commençant en même temps aux extrémités inférieures, jusqu'à ce que la pose des clefs ait donné aux arcs ou voûtes la faculté de se soutenir seuls. On a l'habitude de laisser les *cintres* en place jusqu'à ce que le mortier ait pris assez de consistance pour ne pas permettre aux matériaux formant l'arc ou la voûte de se déplacer; c'est une précaution à laquelle il ne faut pas manquer. Le voussoir central A et qui porte le nom de *clef*, a deux voussoirs latéraux B, B, nommés *contre-clefs*. « Quand il ne reste plus que ces trois rangées ou *cours de voussoirs* à poser, on commence par les placer simultanément aux *têtes*, ou extrémités de la voûte et dans quelques points intermédiaires afin de soulager les cintres qui souffrent beaucoup en ce moment. On remplit ensuite successivement les intervalles. »

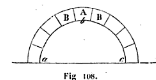


Fig 108.

« La pose des contre-clefs et de la clef doit se faire avec des soins tout particuliers, ayant pour objet de serrer les voussoirs assez fortement les uns contre les autres pour qu'au moment où l'on enlèvera le cintre le surcroît de serrement qui se fait sentir sur les joints de mortier, encore plus ou moins frais, ne fasse pas trop affaisser le sommet de la voûte, et pas assez cependant pour que la voûte cesse d'avoir une certaine élasticité qui lui permette de prendre sa position normale d'équilibre

sans exercer sur certains points des pressions qui pourraient occasionner des éclats dans les voussoirs. Cette partie délicate de l'opération ne doit être confiée qu'à des maçons très-expérimentés, et qui emploient les procédés qui leur ont le mieux réussi dans des circonstances analogues.

« En général, on pose d'abord les deux contre-clefs à bain flottant de mortier, puis, après avoir enduit de mortier bien fin et bien liant celles de leurs surfaces sur lesquelles la clef doit être assise, on y descend cette clef, et on l'affermit dans sa position à coups de maillet ou de dame. Dans quelques cas, la pose de la clef ne se fait qu'après avoir enlevé les couchis du cintre à l'endroit où elle doit être posée, afin de lui permettre de produire tout son effet comme *coin*.

« On s'est très-bien trouvé aussi de poser *a sec* les *contre-clefs* et la *clef*, et de les *ficher* ensuite avec de bon ciment, d'une prise rapide, dont on a eu soin de bien remplir tous les joints. » (DEMANET.)

Nous n'entrerons dans aucun détail du tracé d'un demi-cercle : ce tracé est assez connu. Il n'en est point de même de l'ellipse, qui peut être considérée comme le résultat de la section oblique d'un cylindre. Prenez la hauteur de la voûte ou ellipse à construire, soit A*a*. Avec la longueur A*a* décrivez le demi-cintre BCD, dont le diamètre formera un angle de 45 degrés avec l'axe de l'ellipse demandée. Divisez arbitrairement le diamètre BD en autant de parties égales que vous jugerez convenable, et par les points de division élevez autant de lignes norma-

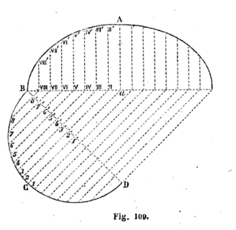


Fig. 109.

les ou verticales au diamètre qui devront couper le plein cintre BCD. Divisez ensuite la longueur ou l'axe de l'ellipse à construire en autant de parties que vous aurez divisé le diamètre en question, et par les points de division élevez également des normales. Reportez dans leur ordre les longueurs des normales du diamètre sur les normales de l'axe ou longueur de l'ellipse à construire : ainsi 11′ sur Aa, 22′ sur II II′, 33′ sur III III′, et ainsi de suite; les points supérieurs que vous déterminerez sur les normales de l'axe, seront les points par lesquels vous devez faire passer la courbe elliptique.

Il y a encore d'autres moyens de tracer des voûtes ou arcs elliptiques, surbaissés, en anse de panier, etc. Tracez sur une ligne AB la longueur de l'arc demandé, soit CD. Avec la moitié du grand axe CD, tracez un demi-cercle CFD. Avec la hauteur donnée de l'arc, tracez un autre cercle *cdf*. Tirez ensuite des lignes arbitraires aboutissant au point de centre O. Par leurs points d'intersection avec le grand cercle abaissez des perpendiculaires *oo* à la ligne AB ou parallèles à OF, et par leurs points d'intersection avec le petit cercle menez des parallèles *xx* à AB. Les points d'intersection de ces perpendiculaires et de ces parallèles donneront ceux par où il faut faire passer la courbe de la demi-ellipse demandée.

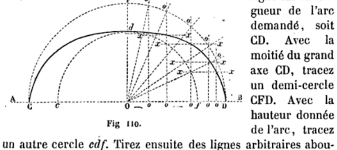


Fig 110.

Voici comment on s'y prendra pour tracer un arc en anse de panier ou arc surbaissé. La largeur AB étant donnée ainsi que la hauteur CD; CO est une verticale tirée sur le milieu de la ligne AB. Le point de centre de l'arc *a*C*a*′ sera en O et les points de centre des arcs A*a*,

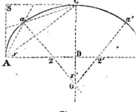


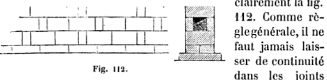
Fig. 111.

a'B seront en 2 et 2'. On trouvera ces points en tirant la ligne SC parallèle à AB, et la ligne SA parallèle à CO, et puis en divisant en deux angles égaux les angles SAC, SCA, de l'intersection a des deux lignes produites par cette opération, on tirera une perpendiculaire sur AC prolongée jusqu'au point O de la verticale CO. O sera le point de centre de l'arc a C a', et de l'intersection des lignes aO, AB, comme points de centre, on décrira les arcs Aa, a'B. Les angles xx' seront toujours égaux.

Des murs creux en briques.

Dans les pays où en fait de matériaux on n'a que de la brique pour élever les murs, comme en Angleterre, par exemple, on a souvent employé un système de maçonnerie *creuse*. Ce système a surtout été adopté par économie dans certaines constructions rurales et même pour des maisons de campagne de moyenne dimension. Il est vraiment déplorable que la routine, encore si puissante en France, se soit opposée à l'introduction du système de maçonnerie creuse chez nous, et qui offrirait une économie de matériaux assez sensible.

Les murs creux, d'après Silverlock, sont construits en briques posées sur champ, chaque assise étant formée de briques posées en travers du mur et de briques dites barlongues, formant une épaisseur d'environ 27 centimètres. Cette construction produit de petites cellules ou vides parallélipipédiques, à peu près de 10 centimètres de largeur, et 11 centimètres à 15 millimètres de profondeur. L'autre assise est constituée de même manière, seulement la tête de la brique transversale en faisant fonction de parpaing est posée au milieu de la brique barlongue de l'assise inférieure, ainsi que l'indique plus clairement la fig. 112. Comme règle générale, il ne faut jamais laisser de continuité dans les joints verticaux, c'est-à-dire qu'ils ne doivent pas se correspondre dans deux assises consécutives.


Fig. 112.

M. Dearne a imaginé une autre méthode de construction de murs creux. Cette méthode consiste à poser une rangée de briques barlongues de chaque côté du mur (de 27 centimètres d'épaisseur) laissant ainsi un vide de la hauteur de la brique dans toute la longueur du mur. L'assise suivante est formée de briques à plat placées en parpaings et montrant en parement leur plus petite face fig. 113, 114.

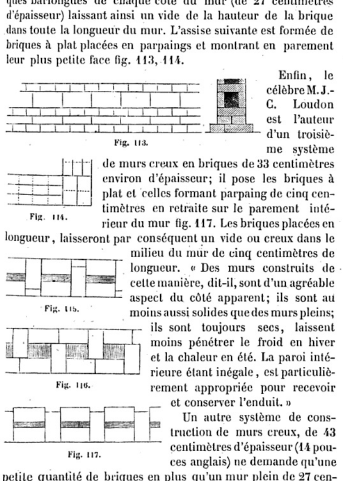


Fig. 113.

Fig. 114.

Fig. 115.

Fig. 116.

Fig. 117.

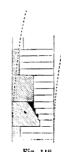
Enfin, le célèbre M. J.-C. Loudon est l'auteur d'un troisième système de murs creux en briques de 33 centimètres environ d'épaisseur; il pose les briques à plat et celles formant parpaing de cinq centimètres en retraite sur le parement intérieur du mur fig. 117. Les briques placées en longueur, laisseront par conséquent un vide ou creux dans le milieu du mur de cinq centimètres de longueur. « Des murs construits de cette manière, dit-il, sont d'un agréable aspect du côté apparent; ils sont au moins aussi solides que des murs pleins; ils sont toujours secs, laissent moins pénétrer le froid en hiver et la chaleur en été. La paroi intérieure étant inégale, est particulièrement appropriée pour recevoir et conserver l'enduit. »

Un autre système de construction de murs creux, de 43 centimètres d'épaisseur (14 pouces anglais) ne demande qu'une petite quantité de briques en plus qu'un mur plein de 27 centimètres d'épaisseur; nous donnons ce système dans la fig. 116, qui représente une assise; la suivante est posée en sens contraire. La fig. 115 indique un mur creux de 30 cent. d'épaisseur.

Les murs creux en brique sont convenables pour des clôtures, des habitations rurales, pour les murs de refend et en général pour les constructions de peu d'élévation ou qui ont peu de charge à porter. Dans tous les cas, ces murs creux sont solides, ainsi que l'expérience l'a prouvée, et offrent de plus une économie de matériaux. Mais il faut exiger que leur exécution soit très-bien faite, et surtout qu'on n'y laisse point de trous communiquant avec l'intérieur par lesquels pourraient s'introduire des rats et des souris ou autres animaux et insectes nuisibles. Les précautions à prendre à cet effet ne sont pas difficiles. Il s'agit de surveiller attentivement la pose des premières assises creuses, qui ne doivent s'élever qu'à partir du plancher du rez-de-chaussée. Il est bien entendu que les fondations et le soubassement seront exécutés en maçonnerie pleine. Cette maçonnerie pourrait encore se continuer jusqu'au premier étage, où commencerait alors le système des murs creux.

De la maçonnerie mixte.

Si par un motif quelconque, soit par goût, soit par économie ou convenance, on élevait de la maçonnerie mixte, c'est-à-dire formée de pierres de taille comme parement ou face extérieure, garni à l'intérieur de briques, de moellons, de meulières, etc., il y a d'indispensables précautions à prendre. Il est clair qu'il ne peut pas y avoir autant de joints dans le parement que dans la garniture du dos du mur, et surtout si cette garniture est en briques. Or, plus il y a de joints, plus aussi le tassement est sensible, tandis qu'il est moindre dans la partie élevée en pierres de taille. Il sera donc prudent d'élever la maçonnerie de briques en ciment ou en mortier de chaux d'une prise immédiate. Quand on emploie la maçonnerie mixte, il faut avoir soin que les pierres soient dressées bien carrément, et que leur hauteur, corresponde à un certain nombre d'assises de briques. Si cette précaution était négligée, il se formerait des vides dans le mur, la pierre de taille se séparerait de la brique, et le mur aurait une tendance à s'incliner vers l'intérieur, ainsi que le fait voir le ponctué fig. 118. Il faut avoir soin dans la maçonnerie mixte


Fig. 118.

que les pierres formant le parement extérieur ne soient pas toujours de même épaisseur : il faut qu'il y en ait de peu épaisses, de moyennes et, si c'est possible, de temps en temps de plus fortes, afin de faire une liaison convenable avec la brique ou le moellon qui se trouvera derrière, ainsi que l'explique la fig. 118.

Il y a, dans la construction des murs verticaux qui ont une charge verticale à supporter, trois principes essentiels à observer.

1° Uniformité de construction dans toute l'épaisseur du mur;

2° Combinaison, afin que les joints verticaux ne se rencontrent pas les uns sur les autres, ce qui *lie* les matériaux pour en constituer un ensemble compacte;

3° Distribution convenable de la charge à supporter.

Nous avons déjà parlé du danger d'élever le derrière d'un mur avec des matériaux plus compressibles que ceux du devant ou du parement; on ne peut insister trop souvent sur ce que, dans la construction, ce n'est point l'étendue ou le degré plus ou moins élevé du tassement qui est dangereux, mais bien l'irrégularité du tassement. Ainsi un mur en moellons élevé avec soin peut être monté à une grande élévation, supporter les planchers et les combles d'un grand bâtiment, tandis qu'un mur bâti en briques avec un parement en pierre de taille, dans une position identique au premier, se lézardera du haut en bas, effet qui sera amené par sa construction mixte de pierres et de briques.

Nous avons déjà insisté plusieurs fois, dans le courant de cet ouvrage, sur ce que les joints verticaux ne doivent pas se correspondre dans deux assises consécutives. Comme il ne s'agit que d'un peu de soin et d'attention, il est facile d'éviter ce vice, qu'on ne doit jamais tolérer. Dans certaines contrées, où l'on ne peut disposer que de la brique, on a l'habitude de placer horizontalement dans les murs et aux encoignures, des pièces de charpente, ayant l'épaisseur et la largeur des briques. Cette méthode est vicieuse, car le bois en se retirant se détache de la maçonnerie, ou contribue en pourrissant à

compromettre la stabilité des murs. Au lieu donc d'employer le bois, on se sert en Angleterre généralement de fer méplat mince. Ce fer est goudronné, pour le protéger du contact du mortier : on le pose longitudinalement dans les joints horizontaux du mur; il a tous les avantages des chaînes ou liaisons en charpente et ne présente aucun de leurs vices.

Quant à la distribution de la charge, il est toujours prudent et convenable, lorsqu'il s'agit d'un poids considérable qui doit être supporté sur un petit nombre de points, comme par exemple d'un plancher étendu formé de solives, il est dans ce cas convenable d'appuyer le poids sur le milieu de l'épaisseur du mur autant que cela est possible. Dans la construction en briques il faut répartir la charge des solives ou des poutres sur la surface de la plus grande étendue qu'on puisse obtenir; on placera donc de la pierre en dessous de la partie des pièces de charpente, et cette pierre devra former parpaing, c'est-à-dire avoir toute l'épaisseur du mur. C'est ce que ne négligent pas les bons constructeurs en brique, et ils évitent par ce moyen l'écrasement de la brique sous le poids des poutres ou solives d'enchevêtrure.

Il est important, dans la composition des dessins de maisons, de combiner les baies des portes, fenêtres, etc., de manière à ce qu'elles se trouvent les unes sur les autres, dans le même axe dans les différents étages, en sorte que les vides se trouvent sur vides et pleins sur pleins. Si l'on ne prend pas cette précaution, il est presque impossible de prévenir des tassements inégaux. Ajoutons encore que dans les constructions en briques la pression du poids vertical sera nécessairement plus considérable sur les fondations placées en dessous des parties solides de maçonnerie que sur celles au-dessus desquelles s'élèvent des vides. Pour qu'il n'y ait pas de poussée latérale dans le sens de la longueur du mur, on doit lier les trumeaux entre eux par des arcs renversés, et ainsi la charge est répartie également sur toute la superficie des fondations.

Toute baie ou ouverture de porte ou de fenêtre devra être couronnée d'un arc dans les pays à briques : cet arc devra de plus avoir toute l'épaisseur du mur où il est pratiqué; les poitrails et les linteaux en charpente quand on en pose, ne doivent servir que de liens et contrebalancer la poussée de l'arc, et

servir enfin de points d'attache pour la boiserie ou décoration intérieure.

A Paris et dans les grandes villes de France, on se sert de poitrails en fonte pour supporter les murs au-dessus des ouvertures ou des vides d'une grande largeur, comme pour les boutiques, les portes cochères et les magasins. Toutefois, ces poitrails ont un grand vice, c'est que chauffés par le feu dans un incendie ils sont sujets à se fendre dès qu'ils sont atteints par l'eau des pompes. Leur bon usage est donc très-problématique, puisqu'on ne peut plus compter sur leur solidité après avoir été rafraîchis ainsi par l'eau froide, quand même ils ne se seraient point rompus ou fendus sur le coup.

Des chaînes en pierre.

Quand on est forcé de bâtir des murs en briques ou en autres petits matériaux, on a recours à ce qu'on appelle des chaînes en pierre, élevées verticalement et par assises. Ces chaînes ont l'avantage de donner à la maçonnerie plus de stabilité et de résistance, aux points où elles se trouvent, que dans les parties en petits matériaux hourdés en mortier ordinaire; mais, d'un autre côté, l'inégalité de tassement, qu'il est impossible de prévenir, a quelquefois de graves inconvénients. Le tassement est proportionnnel à l'épaisseur totale des joints en mortier, laquelle est beaucoup plus grande en maçonnerie de petits matériaux que dans celle de pierre de taille, où les joints sont moins épais et infiniment moins nombreux.

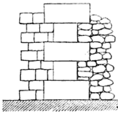


Fig. 119.

Les pierres formant ces chaînes s'étendent ordinairement dans toute l'épaisseur du mur; il faut avoir la précaution de les alterner en longues et en courtes, en commençant à en poser une longue sur la fondation. La seconde pierre à poser sur la précédente doit être plus courte de 35 à 40 centimètres environ que la première, afin que son déharpement ou saillie sur celle-ci ne soit pas inférieur à 18 ou 20 centimètres. La

troisième pierre doit être de même longueur que la première, afin de jeter harpe sur la deuxième qui est en-dessous, et ainsi de suite jusqu'au sommet du mur, où l'on termine par une pierre longue fig. 119.

CHAPITRE QUATRIÈME.

Des voûtes.

Les voûtes en général sont des masses de maçonnerie composées de pierres détachées. Ces masses se maintiennent dans le vide au-dessus de l'espace auquel elles doivent servir de couverture, au moyen de la forme donnée aux pierres employées à la construction des voûtes. Elles se maintiennent encore dans le vide par la tension des matériaux entre eux, ainsi que par la résistance qu'elles trouvent dans les murs ou dans les arcades qui circonscrivent l'espace voûté.

Selon leur forme, les voûtes les plus simples sont des arcs dont la largeur ou la longueur est égale à la longueur de l'espace intérieur à couvrir; leur courbe ou intrados est cylindrique ou conique; d'autres voûtes ont une forme sphérique, et enfin il y a des voûtes qui ne sont qu'un assemblage, une combinaison des voûtes simples dont nous venons de parler.

On entend donc par le mot de *voûte* une construction composée de plusieurs pierres de taille, moellons, briques ou autres matières façonnées, disposées et réunies de manière à se soutenir dans le vide pour couvrir un espace donné. Dans les constructions particulières on ne se sert généralement de la voûte que pour couvrir les caves des maisons. Nous ne parlerons donc que de celles des voûtes qui servent journellement à cet usage.

La voûte la plus simple est nommée voûte en *berceau* ou à *plein cintre;* elle sert pour cave, écurie, orangerie, etc. Cette voûte décrit une courbe en demi-circonférence. Voici comment on peut expliquer l'origine de sa forme, qui est un demi-

cylindre. Supposez un demi-cercle vertical OSO′ comme ligne génératrice, mu sur deux lignes horizontales et parallèles OP et O′P′, comme lignes de direction, et de telle sorte que chaque position nouvelle du demi-cercle soit parallèle au demi-cercle primitif : ce demi-cercle décrira une surface qui aura la forme d'un demi-cylindre couché ou celle de l'intrados ou courbe intérieure d'un plein cintre en berceau. La ligne que suit le point de centre du demi-cercle de *b* en *b′* est nommée l'axe de la voûte (fig. 120).

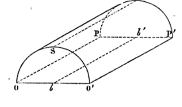
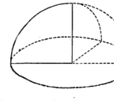


Fig. 120.

Si au lieu d'un demi-cercle on se sert dans la même opération d'une courbe en anse de panier, d'une ellipse, ou d'une ogive, on obtiendra selon la courbe de ces diverses lignes des voûtes surbaissées, surhaussées, elliptiques, en anse de panier ou à ogive. La voûte surbaissée est celle qui est moins élevée qu'un demi diamètre de circonférence ; la voûte surhaussée est celle qui est plus élevée que le demi-diamètre de circonférence. On élève encore des voûtes dont la courbe est formée d'une partie de la circonférence du cercle. Quant aux voûtes sphériques, on peut saisir leur formation au moyen d'une face verticale ayant de sa base à son sommet la courbe déterminée ou demandée et faisant révolution sur son axe. Exemple : la voûte complétement sphérique n'est que la surface produite par la révolution sur son axe d'un quart ou d'un demi-cercle fig. 121. La voûte en anse de panier ou elliptique sphérique n'est que la surface produite par un quart d'ellipse faisant révolution sur son axe; alors on obtient une voûte sphérique surbaissée.


Fig. 121.

Les voûtes sphériques supposent des pieds-droits ou un pied-droit continu circulaire : ce support circulaire est nommé tambour. Il va sans dire que la voûte ou calotte sphérique

20

couvre et abrite un espace circulaire. Il y a cependant des exceptions à cette règle; ainsi il se présente des cas où des voûtes sphériques servent de couverture à des espaces rectangulaires en plan. Pour couvrir de tels espaces on se sert d'une courbe tracée avec le demi-diamètre du cercle qui circonscrit le carré ou le rectangle donné, et cette ligne sera génératrice. Les portions produites par la révolution de ladite courbe sur son axe, et en dehors des faces verticales de l'espace à couvrir, sont nulles.

L'intrados ou courbe intérieure d'une voûte demi-sphérique, dont le diamètre est égal à la diagonale d'un rectangle se voit dans la fig. 122. Là, nous avons figuré une voûte ou calotte sphérique surmontant un rectangle. Les quatre portions sphériques sur les quatre côtés sont retranchées de la demi-sphère.

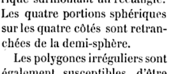


Fig. 122.

Les polygones irréguliers sont également susceptibles d'être couverts de voûtes sphériques, il faut seulement que leurs angles soient disposés de manière à ce qu'ils touchent tous à la circonférence d'un cercle qui les circonscrit, comme le montre la fig. 123. Dans ce cas le rayon de cette circonférence tracera la courbe ou circonférence demandée ou intrados de la voûte sphérique. Dans tous les cas dont il vient d'être parlé, il est entendu que le pied ou naissance des voûtes sont une même ligne de niveau.

Fig. 123.

On comprendra qu'une voûte conique est produite par la révolution d'un triangle rectiligne ou curviligne sur une face, sur le côté choisi pour axe.

Dans les voûtes à surface courbe, les pierres employées se nomment *voussoirs*.

Après la voûte la plus simple, la voûte cylindrique ou en

berceau, vient la voûte d'arête formée de deux demi-cylindres qui se croisent à angle droit et se coupent, ou par la rencontre de quatre lunettes dont les arêtes paraissent au dehors. La voûte d'arête ne s'appuie que sur ses quatre angles. Pour couvrir de deux demi-cylindres en croix, le carré commun qq', on peut se servir des deux triangles aa' avec la prolongation du demi cylindre AA' et des triangles bb' avec la prolongation du demi-cylindre BB', ou bien on se servira (fig. 124, 125) pour les triangles a et a' de portions du demi cylindre BB' et pour les triangles b et b' des portions du demi-cylindre AA'. Dans les deux cas les quatre parties triangulaires de voûte (en projection) se trouveront placées dans les faces verticales censées s'élever sur les diagonales de l'espace carré. Les lignes courbes formées à l'intérieur par l'intersection des deux berceaux sont nommées *arêtes;* de là aussi le nom de ce genre de voûte.

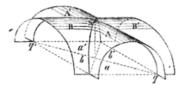


Fig. 124.

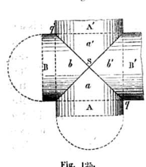


Fig. 125.

Le point d'intersection supérieur des deux berceaux se nomme sommet de la voûte; il n'est autre que la rencontre des quatre arêtes. Ce point de rencontre est perpendiculaire au centre de gravité de la figure en projection.

Il y a encore un autre genre de voûtes aussi simple que les précédentes, formées également de quatre triangles, dont chacun porte par un de ses côtés sur le mur dans toute sa longueur, d'où il suit que ces dernières sont plus solides, et ont beaucoup moins de poussée que les voûtes d'arête. Dans la voûte d'arête ce sont celles des parties des deux berceaux qui se croisent qui sont superposées, qui servent de voûte. Dans les fig. 126, 127. ce sont les triangles aa', prolongation du demi-cylindre AA', qui sont censés s'étendre au-dessus du demi-cylindre BB', et les triangles b et b' de la prolongation du berceau BB' qui s'éten-

dent au-dessus du berceau AA'. Si l'on retranche les parties AA' et BB' dans la fig. 126, et qu'on se figure l'existence de piliers aux quatre angles, ces piliers sembleront reliés entre eux par des triangles à faces courbes appelées lunettes. Les piliers d'angle formeront les pieds-droits de la voûte d'arête. Les murs qui limiteraient l'espace couvert par une voûte d'arête ou qui lieraient les quatre pieds-droits entre eux sont inutiles dans la construction des voûtes d'arête : les piles ou pieds-droits d'angle n'ont besoin d'être reliés entre eux que par des arcs : ces derniers sont nommés *arcs doubleaux*.

Dans les voûtes d'arc de cloître, celles des portions destinées à couvrir un espace quelconque sont précisément celles qui sont situées en dessous des berceaux. Dans ce genre de voûte, il y a des arêtes dans la même position que celles qui naissent dans la voûte d'arête. Tandis que dans cette dernière l'arête est en saillie, elle est située dans un angle dans la voûte d'arc de cloître. On pourra se faire une idée de la voûte d'arête, en examinant les voûtes sur l'intersection de la nef et du chœur avec les bras de la croix ou transepts dans les églises du moyen âge. On en trouvera qui sont à plein cintre (romanes) et d'autres aiguës, à tiers-point (ogivales). Les quatre lunettes ou triangles à superficie courbe de la voûte d'arc de cloître posent leurs bases sur des murs qui leur servent de point d'appui dans toute leur longueur. Dans ce genre de voûte la poussée ou le poids de la voûte ne se dirige pas sur les quatre angles, mais sur tous les points à la fois des murs qui la supportent sur les quatre faces.

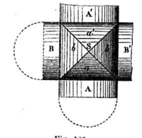
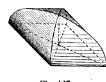


Fig. 126.


Fig. 127.

Ces deux genres de voûtes, la voûte d'arête et la voûte d'arc de cloître sont fréquemment employés dans les constructions de caves des maisons particulières. Il y a encore une autre espèce de voûte fréquemment employée, c'est la voûte d'arc de cloître

barlongue, c'est-à-dire voûte à arc de cloître sur un espace beaucoup plus long que large. Dans ce genre de voûte, il ne faut pas que les arêtes suivent les diagonales du rectangle en plan, ce qui donne le cintre répondant aux petits côtés beaucoup plus rallongé que celui qui répond aux grands. Comme cette disposition est disgracieuse, il est plus convenable lorsque la pièce ou l'espace à voûter est beaucoup plus longue que large, de faire la partie du milieu en berceau, et disposer les arêtiers à 45 degrés, ce qui produira une courbe de cintre égale sur tous les côtés.

Enfin, on pratique dans les grandes maisons d'habitation et dans quelques-unes de leurs dépendances la voûte en arc de cloître avec plafond au milieu, très-convenable pour de grandes salles. Au lieu de pierre il vaut mieux employer la charpente pour la construction de ces voûtes. La forme qui convient le mieux pour l'exécution est celle qui résulte de la division de la largeur en trois parties égales, dont deux pour les parties cintrées, et la troisième pour le plafond plat du milieu.

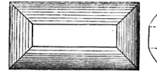


Fig. 128.

On peut élever une voûte d'arête sur un rectangle quelconque ou quadrilatère qui a les angles droits sans avoir les côtés égaux. Dans ce cas un des berceaux sera surbaissé en anse de panier ou elliptique, et l'autre à plein cintre, afin que les arêtes puissent arriver à un même niveau au sommet de la voûte, ce qui n'a pas lieu si les deux berceaux de largeur inégale étaient tous les deux à plein cintre et ce qui est facile à concevoir.

L'épaisseur des voûtes varie selon la forme de leur courbe, la manière dont elles sont extradossées, leur portée plus ou moins étendue, la nature des pierres, les mortiers et les ciments employés, les positions et les circonstances même dans lesquelles elles sont placées, et qui peuvent y exercer des pressions continues et des chocs accidentels et intermittents.

Cependant l'épaisseur d'une voûte au sommet ou à la clef, peut se déterminer d'une manière assez certaine au moyen

d'exemples pris dans l'expérience. Quant aux proportions et aux largeurs qui se présentent communément dans les maisons d'habitation, toute voûte en berceau ou plein cintre de 5m,80 à 6m,30 de largeur, peut n'avoir que 32 centimètres d'épaisseur à son sommet ou clef, et de 48 à 65 centimètres à sa naissance.

On ne donne cependant quelquefois qu'une épaisseur de 16 à 18 centimètres au sommet de voûtes de 4m,75 à 5m,80 de largeur, mais on a soin de les renforcer de distance en distance longitudinalement, d'un mètre à 1m,50 d'arcs, doubleaux qui affleurent l'intrados. Alors on donne une épaisseur de 48 à 60 centimètres à ces arcs doubleaux. Il ne faut pas donner aux voûtes de cave une épaisseur moindre que 30 à 32 centim.

Extradosser, c'est rendre le parement extérieur aussi uni que celui de la douelle ou de l'intrados. Il est rare que les voûtes soient extradossées parallèlement, c'est-à-dire qu'on leur donne la même épaisseur à la clef qu'à la naissance. On diminue généralement l'épaisseur à partir du pied ou de la naissance en allant à la clef. Il y a un moyen facile de déterminer l'augmentation d'épaisseur en partant du sommet en allant aux naissances.

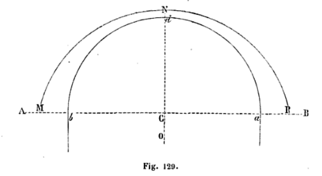


Fig. 129.

Tirez une ligne A B, portez-y la largeur de la voûte. Du milieu de cette largeur, au point C, comme point de centre, prenez C a ou C b comme rayon et décrivez l'arc b d a. Vous aurez la courbe plein cintre de la voûte de cave. Sur le sommet

de l'arc a d b, ajoutez l'épaisseur de la voûte. Ensuite prenez le quart du rayon C a ou C b, ou de la hauteur C d, ajoutez-la en bas à la verticale d C, jusqu'en O et de ce point O décrivez l'arc M N P, et vous aurez la diminution demandée.

Voici une seconde manière de trouver cette diminution de voûte et qu'enseignent Rondelet et M. Demanet :

Après avoir tracé la courbe A B C de l'intrados et l'épaisseur B D de la clef, puis mené la verticale D O, passant par le centre de la voûte, on marque au compas, de B vers O, une certaine

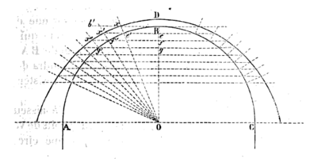


Fig. 130.

quantité de divisions B e, B f, B g, etc., toutes égales à l'épaisseur D B; par les points B, e, f, g, etc., on fait passer des horizontales indéfinies; puis, par les points e', f', g', où ces horizontales coupent la courbe d'intrados, on fait passer des rayons ox, ox', ox'', qu'on limite successivement aux horizontales Bb', ee', ff', etc., etc., et par les points D, x, x', x'' etc., on fait passer une courbe qui est celle de l'extrados de la voûte. On arrête cette courbe au rayon qui fait un angle de 30 degrés avec l'horizon, et on la raccorde, soit par une ligne droite, soit par une série de ressauts, au parement extérieur du pied-droit, dont l'épaisseur peut se déterminer graphiquement de la manière suivante.

Pour trouver l'épaisseur à donner aux pieds-droits de toutes sortes de voûtes extradossées d'égale épaisseur (fig. 131), tracez la courbe moyenne T K G, la sécante F O perpendiculairement à la courbe du cintre, et par le point K où cette sécante

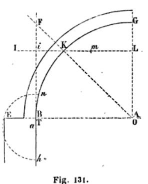


Fig. 131.

coupe la courbe moyenne, menez la ligne horizontale I K L, et élevez du point B une verticale qui rencontre l'horizontale I K L au point *i*; portez i K de K en *m*, et la partie *m* L de B en *h*, et le double de l'épaisseur de la voûte de B en *n*. Divisez ensuite *hn* en deux parties égales au point *a*, duquel, comme centre et avec un rayon égal à la moitié de *hn*, décrivez une demi-circonférence de cercle qui coupera en E l'horizontale B A prolongée. La partie B E indiquera l'épaisseur qu'il faudra donner aux pieds-droits de la voûte pour qu'ils puissent résister avec solidité convenable à l'effort de sa poussée.

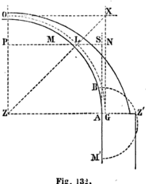


Fig. 132.

Pour trouver l'épaisseur à donner aux pieds-droits de voûtes intradossées par une circonférence de cercle qui n'est pas concentrique ou parallèle avec celle qui forme la courbe intérieure, en sorte que son épaisseur va en diminuant depuis le bas jusqu'au milieu de la clef, on fera l'opération suivante : ayant tracé les deux courbes de l'intrados et de l'extrados de la manière indiquée plus haut, prenez la moitié de l'épaisseur de la voûte à la clef, par ce point O tracez la courbe O G. Par le point O tirez une ligne horizontale et par le point G une ligne verticale se coupant au point X. Du point X tracez une perpendiculaire à une ligne supposée allant de O en G ou au centre de la courbe. Par le point L, intersection de cette perpendiculaire et de G O, tracez la ligne horizontale N L P, prenez ensuite L M égal à S L, distance horizontale du point L à la prolongation verticale de la paroi intérieure du pied droit. Prenez

ensuite M P, et portez-le de A en M′; faites A B égal à deux fois l'épaisseur de la voûte sur la ligne X Z, et sur B M′ comme diamètre décrivez une demi-circonférence de cercle qui rencontrera la ligne horizontale Z Z′ en Z′, qui donnera l'épaisseur cherchée.

« Les voûtes construites en *pierres de taille*, dit Monge, sont composées de pièces distinctes, auxquelles on donne le nom générique de *voussoirs*. Chaque voussoir a plusieurs faces qui exigent la plus grande attention dans l'exécution : 1° La face qui doit faire *parement*, et qui, devant être une partie de la surface visible de la voûte, doit être exécutée avec la plus grande précision, cette face se nomme *douelle;* 2° les faces par lesquelles les voussoirs consécutifs s'appliquent les uns contre les autres, et qu'on nomme généralement *joints*. Les joints exigent aussi la plus grande exactitude dans leur exécution, car la pression se transmettant d'un voussoir à l'autre perpendiculairement à la surface des joints, il est nécessaire que les deux pierres se touchent par le plus grand nombre possible de points, afin que, pour chaque point de contact, la pression soit la moindre, et que pour tous elle approche le plus de l'égalité. Il faut donc que dans chaque voussoir les joints approchent le plus de la véritable surface dont ils doivent faire partie, et pour que cet objet soit plus facile à remplir, il faut que la surface des joints soit de la nature la plus susceptible de précision. C'est pour cela que l'on fait ordinairement les joints plans. Mais les surfaces de toutes les voûtes ne comportent pas cette disposition : dans quelques-unes, on blesserait trop les convenances dont nous parlerons dans un moment si l'on ne taillait pas les joints suivant une surface courbe.

« Dans ce cas, il faut choisir, parmi toutes les surfaces courbes qui pourraient d'ailleurs satisfaire aux autres conditions, celle dont la génération est la plus simple et dont l'exécution est la plus susceptible d'exactitude. Or, de toutes les surfaces courbes, celles qu'il est le plus facile d'exécuter sont celles qui sont engendrées par le mouvement d'une ligne droite, et surtout les surfaces développables ; ainsi, lorsqu'il est nécessaire que les joints des voussoirs soient des surfaces courbes, on les compose, autant qu'il est possible, de surfaces développables.

« Une des principales conditions auxquelles la forme des joints des voussoirs doit satisfaire, c'est d'être partout perpendiculaire à la surface de la voûte que ces voussoirs composent. Car si les deux angles qu'un même joint fait avec la surface de la voûte étaient sensiblement inégaux, celui de ces angles qui excéderait l'angle droit serait capable d'une plus grande résistance que l'autre; et dans l'action que deux voussoirs consécutifs exercent l'un sur l'autre, l'angle plus petit que l'angle droit serait exposé à éclater, ce qui au moins déformerait la voûte, et pourrait même altérer sa solidité et diminuer la durée de l'édifice. Lors donc que la surface d'un joint doit être courbe, il convient de l'engendrer par une droite qui soit partout perpendiculaire à la surface de la voûte, et si l'on veut de plus que la surface du joint soit développable, il faut que toutes les normales à la surface de la voûte, et qui composent pour ainsi dire le joint, soient consécutivement deux à deux dans un même plan. Or, nous venons de voir que cette condition ne peut être remplie, à moins que toutes les normales ne passent par une même ligne de courbure de la surface de la voûte: donc, si les surfaces des joints des voussoirs d'une voûte doivent être développables, il faut nécessairement que ces surfaces rencontrent celle de la voûte dans ses lignes de courbure.

« D'ailleurs, avec quelque précision que les voussoirs d'une voûte soient exécutés, leur division est toujours apparente sur la surface; elle y trace des lignes très-sensibles, et ces lignes doivent être soumises à des lois générales et satisfaire à des convenances particulières, selon la nature de la surface de la voûte. Parmi ces lois générales, les unes sont relatives à la stabilité, les autres à la durée de l'édifice; de ce nombre est la règle qui prescrit que les joints d'un même voussoir soient rectangulaires entre eux, par la même raison qu'ils doivent être eux-mêmes perpendiculaires à la surface de la voûte. Aussi les lignes de division des voussoirs doivent être telles, que celles qui divisent la voûte en assises soient toutes perpendiculaires à celles qui divisent une même assise en voussoirs. Quant aux convenances particulières, il y en a de plusieurs sortes, et notre objet n'est pas d'en faire ici l'énumération; mais il y en a une principale, c'est que les lignes de division des voussoirs qui,

comme nous venons de le voir, sont de deux espèces, et qui doivent se rencontrer toutes perpendiculairement, doivent aussi porter le caractère de la surface à laquelle elles appartiennent. Or, il n'existe pas de lignes sur la surface courbe qui puissent remplir en même temps toutes ces conditions que les deux suites de lignes de courbure, et elles les remplissent complétement. Ainsi, la division d'une voûte en voussoirs doit donc *toujours* être faite par des lignes de courbure de la surface de la voûte, et les joints doivent être des portions de surfaces développables formées par la suite de normales à la surface, et qui, considérées consécutivement, sont deux à deux dans un même plan, en sorte que pour chaque voussoir les surfaces des quatre joints et celle de la voûte soient toutes rectangulaires. »

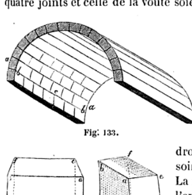


Fig. 133.

Fig. 134.

La fig. 133 représente la voûte en berceau et à plein cintre :

aa rangées de voussoirs :

bb joints horizontaux.

cc joints verticaux.

Dans la figure 134, on voit dans le tracé de droite que la pierre ou voussoir *c d h e f b a* (*g*) forme coin. La face de derrière *g h e f* sur l'extrados de la voûte sera plus haute que la face de douelle *c d a b*. Mais les deux faces *c d h g*, *b a e f* seront égales, et les faces *d h e a*, *c g f b* seront parallèles. Les joints *d h*, *e a* tendront au point de centre : il en sera de même des joints *g c*, *f b*.

Une voûte en parfait équilibre peut être considérée comme une suite d'arcs en maçonnerie ou d'arcades, ou encore comme un composé d'arcs, qu'on peut se représenter chacun comme une pièce de bois de charpente légèrement élastique et courbe, dont chaque partie est dans un état de compression ; la poussée qui naît du poids de l'arc lui-même et du poids placé sur sa

face extérieure et supérieure se transmettant ou se prolongeant de haut en bas jusqu'au pied ou à la naissance courbe de l'arc, parcourt une ligne courbe qui passe dans l'épaisseur de l'arc. Cet ligne qui agit réellement, mais qu'on ne voit pas, que toutefois on peut tracer par des calculs qui n'entrent pas dans le but de cet ouvrage, se nomme ligne des pressions.

Cette ligne variera selon la hauteur et la largeur de l'arc, l'épaisseur des voussoirs et la répartition du poids ; mais elle aura toujours la propriété de conserver la même proportion de poussée horizontale sur n'importe lequel de ses points. Pour qu'un arc soit en parfait équilibre, sa courbe devrait coïncider avec la courbe de la poussée horizontale; si en étant improprement tracée ou inégalement chargée, la dernière de ces courbes approche soit de l'intrados soit de l'extrados, les voussoirs seront exposés à s'écorner, à s'épaufrer parce que la poussée est rejetée sur un très-petit point d'appui de la surface, et si la courbe n'est point contenue dans l'épaisseur de l'arc, un vice se manifestera par l'ouverture des joints et les voussoirs tourneront sur leur arête.

La manière dont est changée la courbe des pressions par une modification dans la charge placée sur un arc peut facilement être aperçue en construisant un arc équilibré avec voussoirs convexes. Quand il ne supporte que son propre poids les points de contact des voussoirs sont placés juste au milieu de l'épaisseur de l'arc; quand il est chargé à son sommet, les points de contact se rapprocheront de l'extrados au sommet et de l'intrados à la naissance de l'arc; si les naissances sont chargées, l'effet contraire aura lieu.

Si l'on fixe une chaîne à deux points, et qu'on la laisse librement suspendue, la courbure qu'elle prendra sera la courbure des pressions d'un arc de même largeur et de même développement courbe, dans lequel le poids des voussoirs correspond à celui des anneaux de la chaîne et la courbe serait précisément la même que celle indiquée par les points de contact des voussoirs ou courbe d'un arc de même dimension et construit comme nous l'avons indiqué plus haut.

En dessinant un arc, il se présente deux méthodes de procéder : on peut ou bien borner la charge au poids propre de

l'arc ou approchant, et disposer la forme de l'arc d'après une ligne de pression donnée, ou bien tracer l'arc comme l'inspirent le goût ou les circonstances en le chargeant jusqu'à ce que la ligne des pressions coïncide avec la courbe adoptée.

Depuis la fin du XVII[e] siècle, depuis de la Hire, on a considéré les voûtes comme un assemblage de voussoirs ou pierres taillées en forme de coin, susceptibles de glisser sans obstacle les unes sur les autres comme des corps dont les surfaces seraient infiniment polies. Toutes les théories posées depuis tendaient donc à chercher le moyen d'empêcher les voussoirs de glisser. Cette question a conduit à des résultats insuffisants dans la pratique, ce que l'inspecteur général des ponts et chaussées E. M. Gauthey avait déjà constaté en parlant des déductions mathématiques de la théorie de la Hire : « Les recherches analytiques, dit-il, sont malheureusement fondées sur des hypothèses que l'expérience dément journellement » (1). La théorie en question avait pour point de départ que la pression horizontale partait du voussoir formant clef, et que cette pression se transmettait régulièrement de joint en joint pour s'unir au poids de chaque voussoir, formant ainsi des forces intermédiaires, agissant en direction normale sur chacun des joints respectifs. L'expérience prouve que les voûtes ne se détruisent que très-rarement par le glissement des voussoirs, qu'au contraire le danger est d'habitude plus direct, que les voûtes s'ouvrent, à l'intrados à la clef, à l'extrados à un des points placés sur les reins, et que les pieds droits tournent autour de l'arête extérieure de leur base.

Quoique un grand nombre d'auteurs aient tenté de nouvelles théories sur les voûtes et leurs poussées, sur les moyens de les empêcher de se *rompre*, rien n'a été aussi positivement posé relativement à la résistance des voûtes, que depuis que Moseley a publié son livre sur *le principe de la moindre résistance* et Scheffler sa *Théorie des voûtes, des murs de soutènement et des ponts en fer*, traduit en français par M. Victor Fournié, 1864, 1 vol. in-8°, où l'on a prouvé le véritable point d'attaque de la force ou poussée horizontale parmi tous les points possibles de ce genre.

La science de l'équilibre des voûtes appartient aux plus

(1) Traité complet sur la construction des ponts et des canaux navigables. 1809 et 1812, in-4°. Chapitre IV[e].

grandes difficultés des mathématiques appliquées. Toutefois des recherches précieuses ont été faites sur les conditions et la stabilité des voûtes, et sur la forme la plus convenable à leur donner dans certains cas. Mais une initiation à ces recherches demande et suppose des connaissances étendues de mécanique et une pratique consommée des ressources données par les hautes mathématiques. Au surplus les recherches en question ont surtout rapport à la construction des ponts, dans laquelle la voûte forme la partie essentielle : les théories qu'on trouve appliquées à cette construction s'y rapportent directement et ne sont que très-rarement pratiquées dans la construction des maisons d'habitation.

Nous croyons cependant ne pas devoir nous dispenser et être agréable ou utile à quelques-uns de nos lecteurs, en leur donnant succinctement quelques notices de statique dans leur rapport avec les voûtes. Nous parlerons ici des voûtes en berceau, et ce que nous en rapportons s'applique également aux autres voûtes.

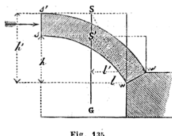


Fig. 135.

Qu'on se figure la moitié d'un arc reposant par sa base sur un pied-droit solide et invariable; qu'on admette ensuite que cet arc soit immobile, n'importe de quelle manière, il n'en manifestera pas moins une tendance à tourner sur le joint intérieur w du pied-droit et à tomber dans le vide. Cette tendance toutefois peut être détruite au moyen d'une force, d'une pression horizontale, qui agit contre le sommet de l'arc, pression dont la puissance sera égale au poids de l'arc (G) multiplié par la distance l d'un aplomb à travers le centre de gravité du solide à l'arête ($=$ Gl) sur laquelle on supposerait que le corps devrait tourner. Qu'on se figure cette force sur le sommet ss' ou sur tout autre point de l'épaisseur de l'arc, elle agira au moyen d'un levier dont la moindre longueur sera h et la plus forte h', distance de la poussée au joint de torsion.

On obtiendra la moindre poussée horizontale possible avec le plus grand de ces leviers, s'il s'agit de l'équilibre. Leur motion sera donc égale à hh'. Mais comme cette motion a à maintenir l'équilibre de la masse (G*l*), il s'en suit qu'il faut aussi que ces expressions formulaires soient égales, et l'on aura G multiplié par l = à h multiplié par h', ou $h = \frac{G \times l}{h'}$ Une poussée ou force horizontale de cette quantité qui s'oppose au sommet de l'arc (au point *s'*) au déplacement ou torsion de cet arc, l'empêche de tourner autour du point *w* et de tomber dans le vide.

Si au lieu d'une poussée horizontale de cette force, il y en avait une autre plus considérable agissant dans le même sens, il s'élèverait une autre considération : il se pourrait alors que l'arc tournerait autour de l'arête extérieure du joint du pied-droit, au point *w'*. L'arc résiste sur ce point de torsion, au moyen d'une poussée exprimable par la motion G multiplié par l'. Comme les leviers possibles pour faire agir la poussée horizontale restent les mêmes qu'auparavant, le maximum de la puissance ou poussée horizontale, dont la mesure ne doit pas être excédée, tant que la moitié d'arc ne doit pas tourner autour du point *w'*, sera exprimable par la formule $h' = \frac{G\, l'}{h}$.

Il s'en suit donc que pour l'équilibre d'un arc la puissance de la poussée horizontale possible qui pourrait agir au sommet de l'arc serait restreinte dans les limites suivantes : $h = \frac{Gl}{h'}$ et $h' = \frac{Gl'}{h}$.

La tendance à tomber dans le vide, qui existe dans des arcs tout à fait symétriques, existe aussi d'une manière tout aussi énergique dans l'autre moitié. Les deux moitiés d'arc se poussent donc avec une force $= \frac{Gl}{h'}$. Cette action, appelée poussée horizontale, doit au moins être annihilée par la *clef*. La poussée horizontale se transmet toutefois aux autres assises d'une voûte et de ses pieds-droits, et cette poussée engendre l'équilibre des voussoirs, en ce qu'elle empêche le glissement

des pierres et la chute dans le vide de la moitié de l'arc comme la torsion des parties composant la voûte.

Lors donc qu'une voûte est en équilibre, la pression ou poussée sur chaque joint se répartira entre les différents points ; l'ensemble des pressions partielles donne une résultante unique appliquée en un point du joint. Tous ces points déterminent une courbe nommée courbe ou ligne des pressions.

L'expérience enseigne que la ligne des pressions varie malgré les calculs et les résultats de la théorie ; elle prend une infinité de positions différentes, qui dépendent du tassement et des surcharges accidentelles auxquelles la voûte peut être soumise.

La poussée des voûtes dépend toujours de la manière dont elles sont construites. Elle devient dangereuse quand on ne tient pas compte de la forme de leur cintre, de leur épaisseur, de leur extrados, du rapport au genre de matériaux employés à leur construction, de leur disposition, de leur appareil, afin d'éviter les effets du tassement irrégulier dont elles sont susceptibles, de ceux de leurs murs ou point d'appui, qui sont les plus à craindre. La moindre rupture ou désunion dans une voûte trop mince, extradossée d'égale épaisseur, peut causer sa ruine. Ce défaut est plus dangereux dans les voûtes où les joints sont très-multipliés, comme par exemple dans celles qui sont construites en briques sur champ ; car si elles sont maçonnées en mortier, elles sont sujettes à un tassement considérable, qui ne s'opère jamais bien également : si elles sont en plâtre, il en résulte un renflement qui les brise vers les flancs quand ils ne sont pas appuyés, ou qui renverse les murs lorsqu'ils le sont, si l'on n'a pas pris toutes les précautions nécessaires pour éviter ces inconvénients. Il faut pour y obvier faire un emploi du plâtre et du mortier, tel, que le renflement du premier compense le tassement du second. On pourrait donc maçonner en mortier les parties inférieures, et le remplissage des reins ainsi que les parties supérieures en plâtre.

Quels que soient les matériaux employés à la construction des voûtes, on doit prendre toutes les précautions nécessaires pour qu'il ne puisse pas se faire de désunions, et que dans le cas où, par quelque accident imprévu, il viendrait à s'en faire, la résistance des parties inférieures puisse balancer l'effort des

parties supérieures. Les désunions qui se font dans les voûtes en berceau, les plus fréquemment employées dans les maisons particulières, sont les plus dangereuses, parce qu'elles se font en lignes droites, qui se continuent dans toute la longueur de la voûte, parallèlement aux murs qui les supportent. Pour éviter les suites de cet effet, on remplit les reins avec des garnis et recoupes de pierres et avec un bain de plâtre ou de mortier. On entend par reins d'une voûte les parties comprises entre les retombées de la voûte et la tangente menée au cercle de la voûte, la partie *a* (fig. 136). Pour les voûtes en berceau la hauteur des reins pourra être un peu moins que les quatre cinquièmes de la hauteur totale de la voûte.

Fig. 136.

La moindre épaisseur à donner à un arc extradossé d'égale épaisseur dans toute sa courbure, pour qu'il puisse se soutenir, ne doit pas être plus petite que la cinquantième partie du rayon. Mais comme les pierres et les briques employées à la construction des voûtes ne sont jamais aussi parfaites que le suppose la théorie, on peut réduire la moindre épaisseur pour les voûtes en berceau depuis 2^{m},95 à 4^{m}, 90 de rayon à 11 centimètres, soit qu'on les forme d'un rang de briques posées sur champ, ou de deux rangs de briques posées à plat, et de 135 millimètres pour les voûtes en pierres tendres, en augmentant cette épaisseur depuis le milieu de la clef jusqu'au point où leur extrados se détache des murs ou pieds-droits qui les soutiennent.

Pour les voûtes surbaissées formées d'un seul arc de cercle ou d'une portion de circonférence, on prendra pour la moindre épaisseur la cinquième partie de la flèche d'une de ses moitiés, c'est-à-dire la cinquième partie de la ligne *ab* (fig. 137). Ce moyen est aussi applicable aux voûtes à ogive ou à tiers-point et à toutes les sortes de voûtes à plein cintre ou en berceau. Au résultat que donne cette opération, il sera ajouté pour les voûtes maçonnées en plâtre 2 millimètres par 33 centimètres de la longueur, ou un cent quarante-quatrième de la corde *a b*

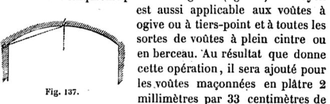


Fig. 137.

qui soutient la partie extradossée. Pour les voûtes maçonnées en mortier, on ajoutera $\frac{1}{96}$ et $\frac{1}{72}$ pour celles qui seront exécutées en pierre de taille tendre, qui n'ont pas de charge à porter. Cette épaisseur ira en augmentant, à partir du milieu de la clef jusqu'au point C où la voûte se détache des reins, où elle aura une fois et demie l'épaisseur trouvée pour le milieu de la clef.

Les voûtes d'arête, d'arc de cloître, et les voûtes sphériques de même diamètre que les voûtes en berceau, peuvent avoir moins d'épaisseur : ainsi, on peut se dispenser de rien ajouter à l'opération pour les profils qui leur correspondent.

Fig. 138.

Tous les joints biais d'un arc ou d'une voûte à plein cintre, c'est-à-dire formés de la moitié de la circonférence d'un cercle, doivent tendre au point de centre de cette demi-circonférence.

Il n'en est point ainsi des joints d'une voûte en ellipse, où ils ne peuvent et ne doivent être dirigés sur le milieu du grand axe ni vers les deux foyers. Le nombre de joints dans une voûte dépend de la dimension de la pierre de taille employée. Après avoir fait l'épure de la voûte à construire, on se rend compte combien de pierres ou voussoirs sont nécessaires pour former la moitié d'arc à partir de l'extérieur de la clef jusqu'à la naissance. Supposons que dans cette longueur courbe ou intrados il en faille neuf; divisez cette courbe en neuf parties

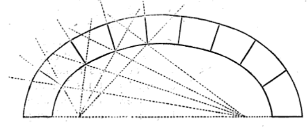


Fig. 139.

égales, et par les points de division tirez des rayons aux deux foyers, dont l'un sera plus long que l'autre. En tirant ces rayons prolongez-les à quelque distance au delà de l'intrados. Ces rayons formeront au point de leur intersection, un angle extérieur, qui se trouvera dans l'épaisseur de l'arc ou de la voûte. C'est cet angle extérieur qu'il faut diviser en deux parties égales dont la ligne de séparation formera la direction demandée des joints.

On opérera de la même manière pour déterminer les deux joints de la clef. Dans la pose des voussoirs, on doit interposer dans chacun des joints un lit de mortier d'une épaisseur uniforme de 15 millimètres au plus pour les voûtes de grandes dimensions, et de 8 millimètres au moins pour les petites. En posant le mortier des joints, il faut avoir soin de n'en pas laisser sous les voussoirs quand on les pose sur le cintre; car l'arête supérieure de ces voussoirs s'appliquerait sur le cintre, et l'arête inférieure, au contraire, en serait séparée par l'interposition de ce mortier, et il en résulterait un déversement qui nuirait à la solidité, tout en produisant à l'intrados de la voûte des balèvres (sortes d'inégalités entre les pierres sur une surface commune), dont l'effet serait très-desagréable et que l'on serait obligé de retailler après le décintrement. Le poseur doit affermir chaque voussoir au fur et à mesure de sa pose, au moyen d'un maillet en bois, afin de ne pas faire d'écornures. Il doit également apporter une grande attention à ce que les vides qui peuvent exister entre les lits et les joints, par suite de défauts dans les voussoirs, soient remplis au moyen d'éclats de pierre enfoncés à bain de mortier; en un mot, il doit apporter tous ses soins à ce que les joints soient parfaitement pleins et garnis ou fichés, action qui consiste à introduire le mortier dans les joints en se servant d'un instrument à dents.

Il faut que les deux côtés d'une voûte se montent simultanément et avec le même mortier, afin que leurs poussées se fassent équilibre sur le cintre et ne l'endommagent pas, et ensuite pour que les mortiers puissent prendre la même consistance des deux côtés et que le tassement soit identique. On ne doit commencer une nouvelle assise de voussoirs que lorsque l'assise inférieure est posée dans toute son étendue.

Dans l'exécution d'une voûte en berceau, on choisit toujours

la moindre étendue de l'espace à couvrir pour en faire la largeur de cette voûte, tandis qu'au contraire les deux côtés de la plus longue étendue sont destinés aux pieds-droits, ou murs de retombée, qui soutiennent la voûte sur ses côtés longitudinalement. Les rangées de voussoirs de cette voûte sont posées en longueur, parallèles à l'axe de la voûte, et qu'on peut comparer aux douves d'un tonneau (fig. 133). Il est rare que dans les constructions particulières la largeur des voûtes en berceau excède 7 mètres. Quand la largeur de la voûte n'est pas au delà de 3 mètres à 3^m, 25 on peut la construire d'une demi-brique d'épaisseur, en admettant que les reins soient pleins. Dans les pays où la brique est employée avec art et avec un grand soin, on est dans l'usage, pour les voûtes de 3^m, 25 à 4^m, 75, d'établir, à 3^m, 40 environ les uns des autres, des arcs doubleaux de plus ou moins de largeur, d'une brique à 1 brique 1/2 et d'une demi-brique de saillie. Cette espèce d'arcs qui sont exécutés en même temps que la voûte lui donnent de la force et de la solidité; ils remplissent pour ainsi dire les fonctions des cerceaux pour les tonneaux. Habituellement ces arcs doubleaux forment saillie sur l'extrados de la voûte afin de ne pas être vus. On les fait cependant saillir aussi sur la face intérieure de la voûte : on gagne un peu d'espace en élévation, à la vérité, en les pratiquant de cette manière apparente, mais l'exécution en est difficile par rapport aux cintres qui ne se trouvent plus dans un seul et même plan. Dans des cas exceptionnels on pratique aussi des rangs de briques ou de pierre longitudinalement, c'est-à-dire parallèles à l'axe de la voûte et qui s'intersectent avec les arcs doubleaux. Cette manière donne naissance à une sorte de compartiments ou caissons bruts. Ce genre de voûte n'est employé que pour couvrir de larges espaces et pour ménager les matériaux.

Quand la corde de l'arc ou la largeur de la voûte est considérable ou que cette dernière doit supporter de fortes charges (de terre ou de marchandises), on donne aux voûtes en berceau à leur sommet, ou clef, 1 brique, 1 1/2 brique d'épaisseur, et l'on augmente cette épaisseur vers les murs de retombée, jusqu'au double de celle de la clef.

La théorie a prouvé et l'expérience a confirmé que pour la voûte en berceau formant les arches de ponts et fortement

chargés l'épaisseur de la clef doit être de 33 centimètres plus autant de fois 13,535 millimètres qu'il y a de fois 33 centimètres dans la corde de l'arc.

Supposons une voûte qui aurait $5^m,94$ de corde : disons que sa clef aura 33 centimètres d'épaisseur; il faudra ajouter à ces 33 centimètres 18 fois 13,535 millimètres, par la raison que dans $5^m,94$ il y a 18 fois 33 centimètres. Or 13,535 millimètres multipliés par 18 font 243, 630 millimètres, ou 2 centimètres 4 millimètres pour ne pas pousser la fraction trop loin, à ajouter à 33 = 35,4 centimètres.

L'expérience a également prouvé que pour des voûtes ayant une *charge moyenne* à supporter, comme celle des caves et autres espaces dans les maisons particulières, la moitié de l'épaisseur indiquée était suffisante et que pour des voûtes qui n'ont que leur propre poids à supporter, un quart de cette épaisseur suffisait, en admettant toutefois que l'épaisseur de la voûte allât en augmentant du double de la clef en arrivant aux murs de retombée.

Il faut toutefois remarquer que l'emploi de matériaux très-durs ou résistants demande une moindre épaisseur de voûte que celle énoncée, et que des matériaux tendres au contraire en exigent une plus forte.

Les formules au moyen desquelles on calcule mathématiquement l'équilibre des voûtes sont trop abstraites, peut-être aussi trop compliquées pour qu'elles puissent et doivent être énumérées dans ces pages; toutefois le principe sur lequel elles sont basées est fort simple.

Supposons qu'il s'agisse de construire un arc en pierre de taille selon une courbe donnée et sur lequel doit passer une route : il faut trouver le poids dont chaque rangée de voussoirs doit être chargée afin de mettre l'arc en équilibre, *e f g* représente la ligne de pression (fig. 140). Tracez la ligne de milieu de l'arc sur une assez grande échelle et en sens inverse sur un plan vertical, comme par exemple sur une planche à dessiner, et de ses naissances *a*, *d*, suspendez un fil de soie de la longueur de la ligne de milieu et auquel on appendra d'autres fils tenant de petites boules dont le diamètre et le poids correspondront à l'épaisseur et au poids des voussoirs de l'arc; ensuite suspendez

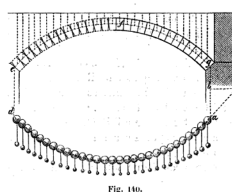


Fig. 140.

du centre de chaque boule un poids d'une proportion telle qu'il tirera le fil jusqu'à la courbure indiquée sur la surface plane : or ces poids représenteront la charge qui devra être placée au-dessus du centre de gravité de chaque voussoir, ainsi que l'indiquent les lignes ponctuées dans la fig. 140 pour que l'arc soit en équilibre.

Pour trouver quelle sera la poussée aux naissances ou sur un point quelconque de l'arc, tirez la ligne *a c* en prolongation droite de la courbe, ensuite la ligne verticale *a b* d'une longueur quelconque, et enfin la ligne horizontale *b c* ; alors les longueurs des lignes *a c*, *a b*, et *b c* seront respectivement comme la poussée de l'arc au point *a*, dans la direction de *a c*, et la poussée ou pression verticale et horizontale dans laquelle elle est déterminée; le poids de cette partie de l'arc située entre son centre et le point *a*, qui est représenté par *a b*, étant connu, les autres poids en seront aisément déduits et calculés.

Dans le cas où la forme d'un arc ne coïncide pas exactement avec la courbe ou ligne des pressions, ou ligne de poussée horizontale, il faudra qu'il y ait toujours quelque minimum d'épaisseur pour contenir la courbe et pour assurer la stabilité de l'arc. Dans un arc plein cintre, dont l'épaisseur est 1/9 de son rayon, la ligne des poussées identiques touche justement l'extrados au sommet et l'intrados aux naissances, et indique les points où les vices se manifesteraient dans une épaisseur plus faible ou par une charge inégalement répartie qui amèneraient une perturbation dans les voussoirs qui tourneraient sur leur arête. Les arcs qui diffèrent le plus de leur courbe de pression ou de poussée horizontale sont ceux à plein cintre et les demi-ellipses, lesquels ont une tendance de s'affaisser à leur sommet

et de se soulever à leurs naissances, à moins qu'ils ne soient contenus par des reins bien établis. Les arcs à tiers-point ou à ogive tendent à se soulever au sommet, et pour empêcher ce vice les arcs diagonaux des voûtes d'arête du moyen âge sont formés à leur sommet en demi-cercle, cet aplatissement étant dissimulé au moyen de clefs de voûte étendues et ornées, au point de l'intersection des arcs.

Il faut que l'épaisseur des voussoirs de tout arc soit assez forte pour renfermer la courbe des pressions sous la plus grande charge à laquelle il peut être exposé; et comme la poussée sur les pierres augmente de haut en bas, ou depuis la clef jusqu'aux naissances, on augmente proportionnellement leur épaisseur, ainsi que nous l'avons déjà indiqué plus haut. Chaque joint de voussoir doit être d'équerre ou à angle droit à une tangente à la courbure de pression au point par lequel elle passe.

Pour ceux de nos lecteurs qui auraient besoin de savoir rigoureusement la détermination du profil d'équilibre pratique d'une voûte, nous les renvoyons à l'ouvrage de Dejardin, *Routine de l'établissement des voûtes*; Paris, 1845; nouvelle édition, 1865, 1 vol. in-8°; on y trouvera des formules pratiques et des tables déterminant *a priori* et d'une manière élémentaire le tracé, les dimensions d'équilibre et le métrage des voûtes d'une espèce quelconque.

Dans la construction des arcs et des voûtes en briques, qui d'ordinaire sont de même épaisseur dans toute leur longueur, il s'élève une difficulté qui provient de ce que la largeur des joints est plus considérable à l'extrados qu'à l'intrados ou superficie intérieure. Alors quelquefois les briques glissent de haut en bas et peuvent même faire crouler l'arc ou la voûte. Pour détruire cette difficulté et obvier à ces mauvais résultats on a l'habitude de recourir au moyen suivant : on bâtit les arcs ou voûtes en rangs circulaires ou demi anneaux séparés, d'une demi brique d'épaisseur, qui n'ont aucune liaison entre elles au delà de l'adhésion que fait le mortier ou le ciment excepté avec un rang accidentel de briques entières faisant parpaing, où les joints de deux demi-anneaux se joignent par hasard. Cette méthode n'est cependant pas bonne, et elle est peu sûre, car la courbe des pressions ne coïncide nullement avec celle de l'arc;

la ligne de pression trouvera infailliblement les anneaux ou rangées semi-circulaires, et les séparera les uns des autres.

Il est infiniment préférable de bander entièrement la maçonnerie en brique et dans toute son épaisseur soit avec du ciment, soit en mortier de prise immédiate, ce qui rendra l'épaisseur des joints comparativement de peu d'importance.

Toutefois le ciment ne remplira pas aussi bien le but que les mortiers qui durcissent de suite, parce que le ciment durcit avant que l'ouvrage puisse être achevé, et dans le cas d'un tassement, quelque minime qu'il soit pendant le décintrement des arcs ou des voûtes, l'œuvre devient bouclée ou inégale de surface. Il est donc préférable d'employer du mortier qui prend assez vite, mais cependant pas aussi vite que le ciment, en permettant à l'arc ou à la voûte de la sorte de se régler et de s'asseoir sous le poids qu'ils ont à supporter, ou en termes de praticien de *prendre son assiette*, avant que le mortier devienne parfaitement dur.

Nous avons dit précédemment qu'un arc en équilibre pouvait être regardé comme une pièce de bois courbée, dont chaque partie était sous une certaine compression; dans un arc formé de voussoirs en pierre, cela a lieu pratiquement.

Dans l'emploi d'autres matériaux toutefois, comme la fonte de fer et le bois de charpente, on peut construire des arcs et des voûtes dont les formes diffèrent matériellement de leur courbure de pression, ou tracé de poussée horizontale.

Ainsi, par exemple, l'arc plein cintre (fig. 141), s'il était élevé en voussoirs de pierre, petits par rapport à la largeur de la voûte, s'écroulerait par l'ouverture des joints aux points *a* et *b*: mais le même arc pourrait être construit avec sécurité en nervures de fer de fonte, avec les joints placés en *c* et en *d*, le métal exposé aux points *a* et *b* à une poussée transversale exactement semblable à celle d'une poutre en bois et horizontale chargée au milieu.

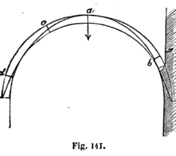


Fig. 141.

L'observation rigoureuse d'une bonne taille des pierres dans la construction des voûtes est encore plus essentielle dans ce travail que pour l'appareil des murs. Il faut d'abord que tous les points se dirigent dans une position perpendiculaire sur la surface de la voûte, comme le montre la fig. 142, et que leur direction ne soit pas ainsi que l'indiquent les lignes ponctuées de la même figure. Il faut ensuite que les joints transversaux se contrarient, c'est-à-dire que deux joints ne se rencontrent pas sur la même ligne, tel que l'on peut le voir de *a* en *b* de la fig. 144.

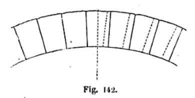


Fig. 142.

La voûte en berceau nécessite de chacun de ses côtés un mur longitudinal : ces deux murs sont nommés murs de retombée, nom qui s'explique de lui-même, puisque c'est sur chacun de ces murs que retombe la voûte, pour ainsi dire. La voûte en berceau ou à plein cintre est indiquée par un demi-cercle ponctué ou non sur le plan. Quelquefois aussi on l'indique par deux demi-cercles ponctués, posés en sens contraires.

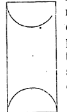


Fig. 143.

La voûte à plein cintre doit se construire par assises ou rangées longitudinales, dont les joints longitudinaux rayonneront sur l'axe du demi-cylindre que forme la voûte. On comprendra que les matériaux servant à la construction d'une telle voûte, ou de toute voûte quelconque, doivent avoir été préalablement taillés, pour qu'on n'ait pas besoin de le faire sur les cintres, ce qui ne se ferait qu'inhabilement et avec une grande perte de temps. C'est d'après une épure de grandeur naturelle qu'on fait les calibres qui doivent servir aux différentes tailles des voussoirs, des coussinets et autres. Nous répétons encore qu'il faut que les joints transversaux se contrarient ou alternent comme en *c* et *d* de la fig. 144.

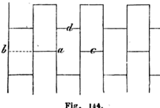


Fig. 144.

Il convient de combiner les

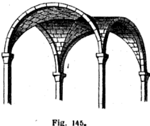
assises ou rangées de voussoirs d'une voûte de manière à ce que leur nombre soit impair, afin qu'il y ait une rangée au milieu de la voûte pour former clef dans toute la longueur.

Quand il s'agit d'une voûte en berceau à élever en briques, on s'y prend habituellement de la manière que nous venons d'indiquer pour la pierre. On y introduit cependant une modification, qui consiste à monter une partie de la voûte à joints de niveau ou horizontaux surtout si le mur de retombée a une épaisseur moyenne.

La fig. 137 représente une voûte plate dont l'intrados ou surface inférieure forme un segment de cercle; sa largeur est de $3^{m},50$, son épaisseur sera d'une brique et demie ou 33 centimètres. Cette sorte de voûte fait perdre peu d'espace et convient pour des pièces souterraines dans les maisons bâties à mi-côte; elle peut également être construite en pierre de taille.

Des cintres en charpente.

La voûte d'arête est dite régulière quand son plan forme un carré et que le sommet de ses quatre lunettes est dans un même niveau. La surface intérieure peut être un demi-cercle fig. 145. ou une ogive (arc à tiers-point). Afin de pouvoir exécuter cette voûte d'arête, il faut se servir de six cintres au moins, quatre cintres en demi-cercle et deux cintres en diagonale. Comme les diagonales font intersection au sommet de la voûte, un seul cintre d'un seul assemblage peut être posé d'un angle à l'autre de l'espace à voûter; l'autre cintre en diagonale se fera en deux assemblages séparés qui seront assujettis à leur jonction au premier. On sait que si l'on adopte le plein cintre pour la voûte d'arête, les diagonales seront des moitiés d'ellipse, dont nous avons enseigné le tracé exact. Ces six cintres en question suffisent pour construire des voûtes de petite et de moyenne dimension; mais ils sont insuffisants pour exécuter


Fig. 145.

des voûtes d'une certaine étendue. Dans ce cas, on a recours à des cintres intermédiaires, qui suivent toujours la courbure des cintres formerets. Comme les cintres en diagonale reçoivent d'équerre, et de chaque côté sur leur face supérieure, les couchis de deux lunettes, il faut que cette face (l'épaisseur) soit taillée selon l'angle que produit en diagonale l'intersection des couchis.

Si la voûte d'arête doit être élevée en briques, il est clair que sa naissance ne peut pas s'opérer au moyen de briques rapportées et maçonnées en porte-à-faux. On a donc soin d'établir aux angles des sommiers (pierre ou brique posant dans un mur, sur un pied-droit, un pilier ou une colonne, ayant une coupe pour recevoir le premier claveau d'une plate-bande ou les premiers voussoirs d'une voûte) encastrés dans ces piliers ou la muraille. Ces sommiers sont en pierre de taille ou bien en assises de briques ressortant du corps de la maçonnerie du bâtiment. Il faut établir cette base avec grand soin et solidement; car dans la voûte d'arête chacune de ses portions ne peut se soutenir qu'en s'appuyant sur les deux portions voisines, comme un berceau sur ses culées; toute la poussée se trouve composée dans le sens de la longueur de chaque arête, et transmise intégralement à chacun des quatre points d'appui, dans le sens de la diagonale de leur base.

Comme dans les cas les plus nombreux la voûte d'arête ne sert généralement qu'à couvrir et garantir des espaces, qu'elle n'a par conséquent que son propre poids à soutenir, on peut la construire d'une demi-brique d'épaisseur.

Les mortiers de ciment romain, par leur propriété hydraulique, leur très-grande dureté et leur cohésion supérieure, ont un avantage très-marqué sur le plâtre, qui perd sa résistance et se détruit à l'humidité, et dont le gonflement lors de la prise augmente considérablement la poussée des voûtes sur les murs ou pieds-droits.

Dans la voûte d'arête, la brique se pose, comme la pierre de taille, en assises dont les joints longitudinaux doivent être parallèles à l'axe ou plutôt aux axes de la voûte; car les quatre parties courbes composant la voûte d'arête peuvent être regardées comme des portions triangulaires de voûte en

berceau qui se croiseraient d'équerre dans un même niveau.

Il est prouvé aujourd'hui par de nouveaux exemples que, tant sous le rapport de la stabilité que sous celui du tassement, il n'y a aucun désavantage à décintrer les voûtes presque immédiatement après la pose des clefs; mais, d'un autre côté, sous le rapport des mouvements, imperceptibles ou non, qui s'accomplissent dans la voûte au moment du décintrement, il y a, on n'en saurait douter, tout avantage à ce qu'alors le mortier soit encore dans un état qui lui permette de se comprimer, de se mouler suivant de nouvelles figures, sans que sa désorganisation s'ensuive. Il semble donc qu'il faut maçonner les voûtes et les décintrer le plus promptement qu'on pourra, afin d'éviter qu'il n'y ait quelques portions de mortier complétement prises au moment du décintrement.

Il faut que le décintrement soit fait et dirigé de telle manière que les cintres ne quittent la voûte que par progression insensible et en plusieurs phases, séparées par un intervalle de temps notable. Il est bon même que le décintrement puisse être arrêté à un moment donné, de telle sorte que la voûte se retrouve sur ses cintres, comme avant le commencement de l'opération.

Chaque ferme du cintre, disent MM. Claudel et Laroque, n'étant maintenu qu'à ses deux extrémités par des coins doubles, à petit angle, on lui imprimera un mouvement aussi modéré qu'on voudra, soit d'abaissement vertical, soit d'écartement horizontal, en faisant glisser l'un sur l'autre les deux coins d'une même paire. Il suffit souvent, pour la manœuvre dont il s'agit, de placer à chaque pied de ferme un ouvrier, muni d'une cognée de charpentier ou d'un têtu de tailleur de pierre, qui frappera à petits coups sur le coin inférieur de la paire portant la semelle traînante. Quelquefois on éprouve de grandes difficultés pour faire glisser ce coin, à cause du poids considérable qui agit dessus; il arrive même souvent, lorsque ce coin est un peu desserré, que cette pression le lance avec force jusqu'au pied-droit opposé ; les ouvriers doivent toujours se placer de manière que, ce cas arrivant, ils ne puissent être atteints. Le constructeur doit diriger l'opération et avoir l'œil sur les ouvriers, afin qu'ils agissent tous, autant que possible, d'une

manière identique. Dans les premiers instants, et quoique l'abaissement des fermes soit accusé par le mouvement des coins, l'effet du décintrement de la voûte n'est pas visible, parce que tout l'espace rendu libre est successivement occupé en vertu de la réaction d'élasticité des bois, dont la compression décroît graduellement; en un mot, le cintre quitte la voûte comme un ressort qui débande lentement. Lorsqu'une fois il s'est fait un jour continu entre l'intrados et la nappe des couchis on peut enlever complétement les coins et ensuite les couchis; mais il vaut mieux différer d'un jour ou deux pour attendre les effets du tassement, lesquels peuvent très-bien ne se révéler qu'après ce délai.

Quand on emploie pour les rez-de-chaussée des solives en fer à T placées de 95 centimètres à 1 mètre 5 centimètres les unes des autres, il est d'usage depuis quelque temps de construire de petites voûtes formées de briques à plat, et de très-peu d'élévation. On leur donne de flèche juste ce qu'il faut pour que leur extrados, ou côté extérieur de la voûte, ne dépasse pas le dessus des solives. Ces petites voûtes très-plates sont très-convenables pour couvrir certains espaces dans les maisons de campagne. Quand on les exécute avec soin, on peut les laisser apparentes, et dans ce cas on nettoie bien les joints qu'on rebouche en mastic ou en plâtre.



Fig. 146.

Des murs de revêtement ou de soutènement.

Le nom de *mur de revêtement* est généralement appliqué à tout mur élevé pour soutenir une masse de terre dans une position verticale, ou presque telle. Mais dans la construction usuelle ce terme est restreint aux murs élevés pour soutenir une digue ou une rive artificielle; le nom de *mur de terrasse* ou *de soutènement* est donné à tout mur destiné à soutenir la face verticale ou biaise d'un sol naturel.

Plusieurs auteurs ont donné une infinité de règles et de for

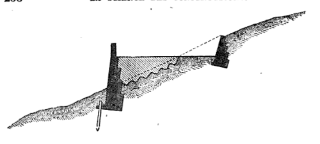


Fig. 147.

mules pour le calcul de la poussée qu'une masse de terre exerce sur un mur de soutènement, ainsi que pour déterminer la forme du mur qui présente le plus de résistance avec les moindres matériaux. L'application de ces lois est toutefois très-difficile dans la pratique, parce que nous n'avons aucun moyen pour constater la manière exacte dont la terre agit sur ou contre un mur. Ces lois sont donc d'une minime valeur pour le praticien, excepté cependant en ce qu'elles déterminent les principes généraux desquels dépend la stabilité de ces constructions.

Le calcul de la stabilité d'un mur de terrasse ou de soutènement se divise en deux parties : 1° La poussée de la terre qui doit être soutenue, et 2° la résistance que doit offrir le mur.

On nomme *ligne de rupture* (fig. 148) celle qui a lieu le long de la séparation lorsqu'une masse de terre glisse obliquement sur elle-même. La pente que prendrait la terre si elle était laissée libre en tombant est nommée la *pente naturelle*, et il a généralement été constaté que la ligne de rupture divisait l'angle formé par la pente naturelle et le derrière du mur en deux parties presque égales.

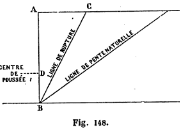


Fig. 148.

On appelle *centre de poussée* le point sur la face intérieure du mur, au-dessus et au-dessous duquel il y a une poussée égale, et l'on a trouvé par l'expérience et par le calcul que ce point ou foyer de poussée était situé aux deux tiers de la hauteur verticale, à partir du sommet du mur.

On admet que le mur est une masse solide, incapable de glisser ou de se mouvoir en avant, et de ne céder seulement qu'en se renversant comme un appui ou un bâton, sur son pied. Dans les figures suivantes nous n'avons pas reproduit les fondations des murs, afin de simplifier les détails autant que possible. Dans les recherches qui vont suivre le mot de *pente* est employé pour remplacer le terme de ligne de rupture.

Il y a deux manières de calculer la force ou la valeur et la direction de la poussée : 1° En admettant la terre comme une masse solide qui glisserait le long d'un plan incliné, toute espèce de glissement entre la terre et la face de derrière du mur étant empêché par le frottement, ce qui donne le minimum de la poussée de la terre ; 2° En admettant que les molécules de terre auraient si peu de cohésion, qu'il n'y a pas de frottement sur la pente ni contre le mur, calcul qui donne le maximum de la poussée.

Mais il est vraisemblable que la poussée réelle de toute masse de terre se trouve entre les deux, et qu'elle dépend d'une variété de conditions qu'il est impossible de soumettre au calcul; car quoique l'on puisse obtenir des données, au moyen d'expériences faites avec du sable, du gravier et des terres de différentes sortes, pour calculer la poussée que ces matériaux exercent dans un état de parfaite sécheresse, un autre point doit être pris en considération lorsqu'il s'agit d'appliquer ces données à la pratique; on aura deviné qu'il s'agit de l'action de l'eau, qui en détruisant la cohésion des molécules de terre produit sur la masse de la terre contre le mur un effet de demi-liquidité, ce qui rend cette action plus ou moins semblable à celle d'un fluide selon le degré de son imprégnation.

La tendance de glisser dépendra fortement aussi de la manière dont les matériaux ou la terre sont disposés contre le mur. Si le sol est disposé en gradins ou degrés, inclinés en

s'écartant du mur, la pression ou poussée sera très-faible, à condition toutefois qu'on aura fait attention à l'écoulement des eaux de la surface horizontale et au drainage à établir derrière le mur. Si d'un autre côté la rive ou le talus est taillé comme d'usage en gradins, en banquettes se dirigeant *vers* le mur, la poussée entière de la terre aura lieu contre ce dernier, qui doit être d'une résistance égale à la force de cette poussée.

Pour calculer le minimum de la poussée, qu'on se figure le poids du prisme de terre exprimé ou représenté par le triangle ABC (fig. 149) poids qui sera directement comme la largeur AC, la hauteur étant constante; la pente BC restant constante, tandis que la hauteur peut varier, il s'ensuit que le poids sera égal au carré de la hauteur. Si nous disons pour cette raison que nous nommons P le poids du prisme ABC, L la largeur AC et H la hauteur AB, et S le poids spécifique de la terre, nous aurons $P = \frac{LHS}{2}$, c'est-à-dire le poids du prisme ABC égal à la largeur AC multipliée par la hauteur AB multipliée par le poids spécifique de la terre et divisé par deux. Si nous représentons la poussée de P dans la direction de la pente ou ligne de rupture, par P′, alors (en ne tenant point compte du frottement) par les principes du plan incliné, P sera à P′ comme la longueur de l'inclinaison est à sa hauteur; ou, nommant la longueur BC, l, on aura :

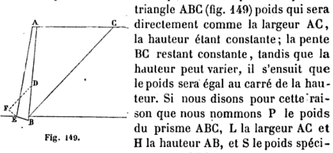


Fig. 149.

$$l : H :: P : P' = \frac{HP}{l} = \frac{LH^2S}{2l}.$$

L'effet du poids du prisme ABC, effet qui renversera le mur, sera donc comme P multiplié par l'action du levier EF, trouvé en tirant la perpendiculaire EF du pied du mur sur DF, à travers du foyer ou centre de pression et parallèle à la direction de la pente.

Quand DF passe à travers E, alors EF = 0, et la poussée

n'a aucune tendance à renverser le mur ; et si DF tombe sur la base du mur, EF devient une quantité négative dont la stabilité est augmentée par la poussée. Si nous nommons la poussée capable de renverser le mur, T, on aura :

$$T = P' \times EF = \frac{LH^2S \times EF}{2l},$$

la valeur de EF dépendant de la direction plus ou moins inclinée de la pente et l'épaisseur de la base du mur.

Pour calculer le maximum de la poussée, il faut d'abord se figurer que la masse mobile glisse en toute liberté de haut en bas sur le plan incliné : ensuite que le frottement entre le derrière du mur et la terre soit si minime qu'il est inappréciable, alors le prisme ABC agira comme un coin, et exercera une pression perpendiculaire au dos du mur qui sera toujours la même quelle que soit l'inclinaison de BC, la hauteur et la pente du dos du mur étant constantes, qui sera, répétons-nous, comme le carré de la hauteur, où la hauteur varie, la poussée étant la moindre quand le dos du mur est vertical. Nommant la pression R, et tirant AI perpendiculaire à BC fig. 150, nous aurons d'après les principes qui se rapportent à l'action du coin :

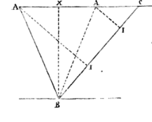


Fig. 150.

$$AI : AB :: P' : R = \frac{P' \times AB}{AI} = \frac{LH^2S \times AB}{2l \times AI},$$

et par construction LH $= l$AI, puisqu'ils sont égaux chacun au double de la surface du triangle ABC : donc on aura encore, par substitution :

$$R = \frac{lAIHS \times AB}{2\,lAI} = \frac{HS \times AB}{2}.$$

L'action du prisme ABC pouvant renverser le mur sera R multiplié par le levier EF, qu'on trouvera en tirant DF d'é-

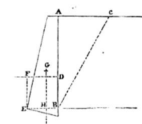


Fig. 151.

querre au dos du mur à travers le point de pression et en faisant EF perpendiculaire à ce point; ensuite, en nommant la poussée perturbatrice comme auparavant T, on aura :

$$T = R \times EF = \frac{AB \times HS \times EF}{2}.$$

Si DF passe par E, alors $EF = 0$, et la pression n'a point de tendance à renverser le mur; et si DF tombe dans la base, la poussée ou pression *augmentera* sa stabilité. Si le dos du mur est vertical, alors :

$$AB = H \text{ et } EF = \frac{H}{3} \text{ et } T = \frac{H^3S}{6}.$$

Ces résultats prouvent que là où le frottement de la terre contre la pente et contre le dos du mur est anéanti par l'infiltration des eaux, l'action de la terre sera précisément identique à celle d'une colonne d'eau de la hauteur du mur. La poussée sur le côté d'un vaisseau ou récipient quelconque est la moitié de la pression qui aurait lieu sur le fond de ce vaisseau d'une même superficie. Or, nommant la pesanteur spécifique de l'eau S, la pression sur le fond, en supposant que AB soit sa longueur, sera HSAB : donc la poussée latérale sera :

$$\frac{HS\,AB}{2};\ \text{et } T = R \times EF = \frac{HSAB.\,EF}{2}.$$

Et si le dos du mur est vertical, on aura :

$$AB = H \text{ et } EF = \frac{H}{3} \text{ comme plus haut. Donc}$$

$$R = \frac{H^2S}{2} \text{ et } T = \frac{H^2S}{2} \times \frac{H}{3} = \frac{H^3S}{6},$$

résultats identiquement les mêmes que ceux trouvés plus haut.

Résistance des murs.

En considérant le mur comme une masse solide, l'effet de résistance de son poids à une poussée destructive sera directement comme la distance horizontale EH de sa base extérieure à une ligne verticale tirée à travers G, centre de gravité du mur fig. 151 ; ou bien en nommant la résistance R et le poids du mur W, alors $R = W \times EH$. EH sera directement comme EB, les proportions du mur étant constantes; c'est pourquoi un mur d'une coupe triangulaire offrira plus de résistance qu'un mur rectangulaire dont le profil aurait la même surface, la base d'un triangle étant le double de la base d'un rectangle de hauteur et de superficie égales.

Si la face apparente du mur a une surface courbe et concave, EH sera plus puissant que dans le cas d'un mur triangulaire en coupe, les deux à surfaces en coupe égales ; et si le mur était une masse solide, à l'abri de toute fracture, cette forme courbe offrirait plus de résistance qu'un mur en coupe triangulaire. Mais comme cela n'est pas le cas, considérons une portion quelconque du mur comme séparée du pied par une ligne horizontale, portion que nous admettons comme étant un mur pour soi, reposant sur la partie inférieure comme une fondation. Qu'on se figure que A*eb* est un mur entier pouvant tourner sur *e*, comme point d'appui. La résistance serait considérablement plus faible que celle d'une partie triangulaire correspondante d'un mur. Dans le cas d'un mur triangulaire les proportions de la résistance à la poussée seront les mêmes dans toute sa hauteur. Dans le cas d'un mur rectangulaire, la résistance sera plus considérable à la poussée, plus la distance du pied sera étendue. Dans le cas d'un mur avec une paroi courbe concave, le contraire aura lieu.

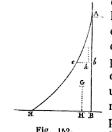


Fig. 152.

La valeur de EH sera la plus considérable si EH = EB, et alors le mur sera exactement équilibré sur H; mais on ne devrait jamais arriver à ce cas dans la pratique, de crainte que le mur ne devienne *pendant* ou *corrompu* et dépendant

de la terre pour se soutenir. La valeur de EH sera la plus petite possible si H coïncide avec E, dont la limite opposée n'est jamais atteinte en pratique (pour des causes évidentes), car dans ce cas le mur surplomberait sur sa base et serait sur le point de s'écrouler en avant.

L'augmentation de puissance de levier n'est pas le seul avantage qui résulte de la forme triangulaire d'un mur. Dans les recherches précédentes nous avons considéré le mur comme une masse solide qui tourne sur sa ligne longitudinale de base. Cependant, en pratique, la difficulté ne consiste pas tant à empêcher le mur de pencher et de tomber en avant, qu'à prévenir les assises de glisser les unes sur les autres.

Dans un mur d'aplomb, bâti en assises horizontales, la principale résistance au glissement provient de la dureté et de l'adhésion du mortier; mais si le mur est élevé avec une face en pente, avec une paroi inclinée, comme les assises sont inclinées vers l'horizon, la résistance à la poussée de la rive ou du talus est augmentée en proportion de la tendance des assises à glisser vers le talus, en rendant ainsi l'adhésion du mortier simplement un surcroît de sécurité.

Il est de toute impossibilité, dans la pratique, de déterminer exactement la poussée exercée contre un mur d'une hauteur donnée, parce que cette poussée dépend de la cohésion de la terre, de son état plus ou moins humide ou sec, de la manière dont le dos du mur sera élevé et d'autres conditions qu'il est inutile d'énumérer ici. Toutefois, l'expérience a montré que la base ou le pied du mur ne doit pas avoir moins du quart, et l'inclinaison pas moins d'un sixième de la hauteur verticale, quoique néanmoins ces proportions soient encore douteuses.

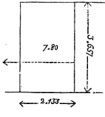


Fig. 153.

Les résultats des calculs faits précédemment sont reproduits d'une façon plus facile à saisir dans les fig. 153, 154, 155 et 156, qui montrent aussi la superficie en coupe de murs de différentes formes, formes demandées pour résister à la pression ou poussée d'un talus de 3 mètres 6,57 centimètres d'élévation.

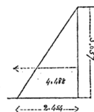


Fig. 154.

Les trois premières figures montrent des calculs destinés à résister au maximum, et la quatrième figure à résister au minimum de la poussée, tandis que la fig. 156 représente la forme modifiée telle qu'elle est d'ordinaire adoptée dans la pratique.

Il est quelquefois nécessaire; dans des terrains mous, de fortifier le pied de la base, à l'extérieur, au moyen de pilotis serrés, afin de le prévenir d'être poussé en avant. Voyez la fig. 147.

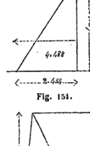


Fig. 155.

Des contreforts.

Les murs de soutènement sont souvent élevés avec des contreforts, nommés aussi éperons, placés à de petites distances les uns des autres, système qui permet une diminution de dimension dans la coupe des murs et de les bâtir plus légèrement que sans contreforts. Le principe d'après lequel ces contreforts sont généralement construits est toutefois défectueux : car on a l'habitude communément de les placer *derrière* ou dans le *dos* du mur, vers le talus qui se détache alors des contreforts par la poussée exercée par la terre. La force d'un mur de terrasse ou de soutènement serait toutefois considérablement augmentée au moyen d'une suite d'arcs boutants, s'appuyant sur de longs et minces éperons ou contreforts. Mais la perte de terrain que nécessite ce genre de construction empêche constamment de l'employer, excepté dans des cas qui ne se présentent que rarement. L'exemple des églises et fortifications du moyen âge montre la grande solidité de construction amenée par l'usage des contreforts.

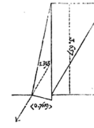


Fig. 156.

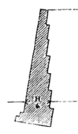


Fig. 157.

Il y a des cas où le sol étant ferme, dur, les couches qui le composent étant horizontales, le mur de soutènement ne doit que protéger les terres et ne point les soutenir. Il faudrait bien se persuader qu'une légère force appliquée avec art contre une terre compacte, sans désagrégations, soutiendra dans sa stabilité une masse de matériaux qui, étant mise en mouvement, écraserait un mur épais et d'un grand poids. Il faut donc pour cette raison ne pas exposer des terres nouvellement remuées à l'influence de l'air et de l'humidité plus longtemps qu'il n'est strictement utile ou nécessaire pour l'œuvre, et il faut, de plus, éviter le plus petit mouvement qui pourrait s'opérer entre la terre et le dos du mur.

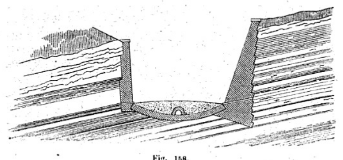


Fig. 158.

Dans le cas où les couches du terrain inclineraient *vers* le mur, il faut que sa force ou épaisseur soit augmentée proportionnellement; si au contraire les couches déclinent, le mur pourra n'avoir que l'épaisseur d'un simple parement, uniquement destiné à empêcher le sol de devenir trop meuble et de s'ébouler (fig. 158).

Quant en ce qui concerne encore la construction des murs de terrasse, un des points les plus importants à ne pas négliger, c'est d'établir un écoulement naturel des eaux pluviales : de là dépend surtout et puissamment leur stabilité. On ne peut prescrire aucune règle sur la manière de procéder à ce drainage; mais il doit être étudié attentivement dans chacun des cas qui peuvent se présenter.

On pratique quelquefois dans les murs de terrasse de hautes ouvertures étroites, appelées *barbacanes*, et destinées à donner de l'air ou à laisser écouler les eaux qui pourraient se réunir dans le dos du mur. Il faut que ces ouvertures soient établies avec soin et que leur pourtour dans l'épaisseur soit formé de gros et durs matériaux qui ne puissent pas geler. Mais il vaut mieux en tous cas employer un drainage supérieur si cela est possible; car les résultats en sont plus positifs et plus certains.

Étayement des terres.

Quand il s'agit de faire la fouille d'un grand espace, d'un bâtiment entier ou d'une cave, il arrive fréquemment que lorsqu'on creuse dans un sol meuble, dans du gravier ou dans du sable, on a des éboulements à craindre et qu'il faut éviter avec soin. Il faut s'épargner la dépense qui résulte de la main-d'œuvre à payer pour retirer les terres éboulées, et ensuite il faut éviter que la chute des terres n'écrase ou ne blesse les ouvriers.

A cet effet on doit se servir d'un genre partyculier d'étayement oblique, qu'on exécute par petites parties et avec grande précaution. Quand on a creusé à une certaine profondeur, on place contre le terrain creusé et verticalement des planches ou des madriers *b* en longueur, en ne les faisant pas joindre, mais en laissant entre eux un intervalle de 20 ou 35 centimètres, selon le plus ou moins de mobilité du terrain. Ensuite on pose verticalement de moyennes pièces de charpente ou des madriers *a* contre les premières, afin de les maintenir dans leur position. Ces secondes pièces verticales seront soutenues dans leur position d'aplomb au moyen de fortes pièces de charpente en arcs-boutants *c*, dont un bout est posé contre les pièces verticales *a* et l'autre à terre et re-

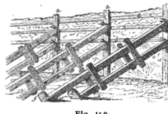


Fig. 159.

tenu dans sa position par des coins ou courtes et épaisses pièces de charpente *f* qu'on enfonce dans le sol. Pour empêcher l'extrémité supérieure de ces pièces biaises de s'échapper en l'air, on les retient au moyen de deux ou plusieurs clous ou chevilles en fer qu'on enfonce dans les pièces verticales, comme le fait voir la figure 159.

Si la fouille est élevée, il sera nécessaire de poser un second rang de poutrelles biaises *d*, qu'on fixera de la même manière que les précédentes. Si ces seconds arcs-boutants ont une grande longueur, pour en augmenter la solidité il sera bon de les lier ou moiser par des pièces *e* qui peuvent être boulonnées ou simplement clouées sur les poutrelles biaises dans le cas où l'étayement ne doit pas avoir une trop longue durée.

Il ne faut pas non plus que les pièces longitudinales qui tapissent la face verticale de la terre aient une trop grande longueur, afin qu'on puisse les enlever par petites portions ou travées, pour y substituer la maçonnerie des fondations ainsi que celle du souterrain. Il faut aussi apporter le plus grand soin à l'opération de l'enlèvement partiel de l'étayement, afin d'éviter les éboulements.

Fosses d'aisances.

Quand les terrassements et les fouilles sont terminés, il est d'usage et il est convenable de procéder à la construction des fosses d'aisances. Si la nature du sol le permet, il faut que ces fosses, destinées à recevoir la matière, soient placées à un niveau inférieur de celui des caves de la maison. L'extérieur ou l'extrados de leur voûte doit se trouver au niveau des caves, afin d'éviter les inconvénients qui pourraient résulter des infiltrations et des fuites des gazs et qui répandraient une mauvaise odeur. Au reste, chaque localité a ses règlements de voirie que le propriétaire constructeur doit observer dans l'établissement des fosses d'aisance, pour ne pas avoir de désagréments dans la suite.

La construction des fosses d'aisances doit être exécutée avec beaucoup de soin. La matière qui convient le mieux pour cette

construction est la meulière, et partout où on peut en disposer il faut l'employer de préférence à toute autre pierre. On cherchera aussi à en avoir les plus gros échantillons possible. La totalité de la fosse doit être hourdée ou maçonnée en mortier formé de bon sable et de chaux hydraulique; ses parois intérieures doivent être recouvertes de chaux hydraulique ou de ciment romain, ce qui vaut mieux encore. Il faut que ce ciment pénètre dans les joints, s'y agrafe, pour ainsi dire, afin d'offrir plus de solidité.

Les quatre murs verticaux d'une fosse d'aisances doivent avoir 50 centimètres d'épaisseur et la voûte 40 d'épaisseur. Cette voûte peut être à plein cintre ou en berceau; on peut aussi la construire surbaissée ou en anse de panier. Le fond de la fosse doit faire cuillère, c'est-à-dire être plus creux au milieu que sur les côtés. L'angle que ce fond forme avec les faces verticales doit être arrondi; il en est de même des angles de rencontre des quatre faces verticales.

Au sommet de la voûte, au milieu ou sur un des côtés, on pratique ce qu'on nomme la cheminée d'extraction des matières; c'est une ouverture carrée assez spacieuse pour qu'un homme puisse y descendre facilement; elle est fermée d'une pierre d'au moins 20 centimètres d'épaisseur, posant dans une feuillure pratiquée dans le cadre ou châssis de la cheminée, qui doit également être en pierre. Le milieu de la pierre de fermeture est garni d'un anneau en fer, pour faciliter l'enlèvement de cette fermeture.

Il est prudent et convenable de conduire les odeurs en dehors de la fosse. A cet effet on établit un ventilateur ou tuyau qui s'étend verticalement depuis l'intrados de la voûte de la fosse jusqu'au toit. Le ventilateur doit être formé de bouts de tuyaux de fonte ayant au moins 20 centimètres de diamètre intérieur. Il est vrai que la fonte est plus chère que toute autre matière, que la terre cuite par exemple. Mais elle est préférable, parce que soigneusement peinte au minium à deux couches, et posée avec précaution, il n'y a pas de crevasses ni de cassures à craindre dans la suite. Les ventilateurs en zinc peuvent se placer à l'extérieur, mais il faut se garder de les envelopper de maçonnerie, qui les détruirait dans peu de temps.

Les tuyaux de descente doivent avoir de 22 à 25 ou 27 centimètres de diamètre intérieur ; ils doivent être placés perpendiculairement sur la fosse. On doit éviter avec soin les coudes trop allongés ainsi que de trop longues pentes biaises.

On comprendra que la dimension de la fosse d'une maison dépend du nombre de ses habitants. Dans tous les cas, il vaut mieux l'établir trop grande que trop petite.

Enduits.

Les enduits, compositions faites de plâtre ou de mortier de chaux et de sable, ou de chaux et de ciment, qui sont destinés à revêtir les murs, ne doivent pas seulement rendre la maçonnerie agréable à l'œil, mais concourir principalement à la solidité et à la conservation des bâtiments.

On n'enduit pas extérieurement la maçonnerie élevée en pierre de taille, en brique ou en meulière, parce qu'il est d'usage de tailler la pierre et la meulière à faces aussi lisses que possible; il n'est pas indispensable de recouvrir la maçonnerie en brique d'enduits, parce que cette maçonnerie étant bien exécutée, n'est pas désagréable à la vue, et, de plus, parce que son parement étant lisse, quoique composé de petits matériaux, n'est pas exposé à être détruit par les accidents et les phénomènes atmosphériques.

On recouvre d'enduits les travaux exécutés en moellon, en petits matériaux irréguliers et nécessitant des joints d'une certaine largeur : l'enduit se pose généralement, comme moyen préservatif, sur toute maçonnerie dont les parois ne sont pas unies, c'est-à-dire offrant des aspérités et des anfractuosités produites par la nature de la pierre employée.

L'enduit sur briques est une affaire de goût. Dans les pays où il y a absence de pierre de construction, où l'on est forcé de bâtir en pierre artificielle ou briques il est d'usage de couvrir quelquefois d'enduits certaines portions de la construction, pour leur donner l'apparence de la pierre de taille : le mélange de la brique avec cette dernière n'est pas d'un mauvais effet, et pratiqué avec discernement il produit des effets agréables à l'œil et satisfaisant le goût.

Quand on n'enduit pas les faces extérieures d'un bâtiment, on les nettoie avec soin lorsque la construction s'est assise, et on fait le jointoyement. Pour cela on gratte légèrement les joints, et on les remplit d'un mortier approchant de la même couleur. Si les faces sont en briques, on fait trancher les joints en mortier de chaux aussi blanc que possible, et ces joints sont ordinairement faits par des ouvriers habiles et dont c'est l'unique spécialité.

On figure quelquefois sur les enduits recouvrant soit de la brique, soit du moellon, la construction en pierre de taille, afin de lui imprimer un plus grand caractère de solidité. Alors les faces sont recouvertes d'abord d'un enduit général : ensuite on y trace les joints qu'on aura combinés, et on entaille ces joints avec un instrument tranchant. Enfin on introduit dans les joints ainsi préparés, du plâtre ou du mortier de chaux, auxquels on aura donné la teinte qu'on désire avoir, soit jaunâtre, soit rougeâtre pour imiter le ciment. Pour l'exécution matérielle de joints de ce genre, les ouvriers ont des moyens divers, qui varient selon les contrées où ils sont pratiqués.

Avec le plâtre on imite souvent la brique en colorant d'ocre rouge le plâtre au moment où il est gâché. Il faut avoir soin de ne pas employer un rouge trop criart, ce qui est toujours d'un mauvais effet. Quand on imite la brique, il faut par des essais, faits quelques jours à l'avance, s'assurer de la quantité nécessaire de matière rouge à mélanger avec le plâtre, afin d'approcher le plus possible du ton de la brique employée dans la localité ou dans ses environs, afin de ne pas faire disparate avec les matériaux en usage dans cette localité. Il faut bien se garder de faire des excentricités en fait de goût, quand il s'agit de matériaux vulgaires et usuels. Il n'en est point ainsi des marbres ni des stucs, dont nous parlerons plus tard.

Il y a une autre espèce d'enduits destinés à l'intérieur, dont le but est plutôt l'embellissement que l'utilité : il s'agit de ce qu'on nomme *légers ouvrages,* en opposition des gros ouvrages de maçonnerie, comme fondations, voûtes, murs de face et murs de refend, etc., etc. A Paris et dans les environs on comprend sous la dénomination de légers ouvrages ceux qui sont exécutés en plâtre seul : tels que pigeonnages pour les

languettes de cheminée, ravalements en plâtre, feuillures, moulures, cloisons et pans de bois hourdés, aires, crépis, scellements, etc., etc.

Quelle que soit la nature des matériaux formant la surface sur laquelle on applique un enduit, la condition essentielle est l'adhérence la plus parfaite possible de l'enduit au mur. Pour remplir cette condition, il y a des soins tout particuliers à observer ; ensuite il ne faut employer que des ouvriers faits, expérimentés, intelligents et soigneux.

Lorsqu'il s'agit d'enduire en plâtre un mur en moellon ou en brique, on commence par nettoyer avec soin la surface et les joints ; ensuite, après l'avoir bien arrosé et avoir bouché les grands joints avec du plâtre à la main, on procède à ce qu'on nomme le *gobetage*. Le gobetage consiste à prendre du plâtre au panier (c'est-à-dire passé au mannequin), gâché un peu clair, pour le jeter avec un balai sur la surface, lattis ou pièces de charpente sur lesquels on veut appliquer un crépi ou un enduit.

Après cette première opération faite, et quand le plâtre a pris corps, on applique sur le gobetage le *crépi*, fait avec du plâtre écrasé, passé au panier, et gâché plus serré. Le plâtre est jeté à la main et étendu avec le tranchant de la truelle pour rendre la surface plus rude, afin que l'enduit, ou troisième couche, s'y accroche mieux. Enfin, cette dernière couche ou *enduit* se fait en plâtre fin passé au *sas* ou tamis de crin. Pour qu'un enduit soit bien fait, il faut qu'il soit exécuté par un ouvrier intelligent et rompu à ce genre de travail. C'est comme nous venons de l'indiquer que se font aussi les enduits sur les cloisons, les pans de bois, les plafonds ou lambris sous les toits; il n'y a de différence que dans le lattis, qui se fait ou jointif ou à claire-voie. Dans le lattis jointif, les lattes se touchent ou sont peu distantes les unes des autres; dans le lattis à claire-voie, elles sont éloignées de 5, 8 et jusqu'à 10 centimètres, comme lorsqu'il s'agit de pans de bois, de cloisons ou de planchers hourdés pleins, c'est-à-dire dont les intervalles sont garnis en maçonnerie de platras. Lorsque les intervalles entre les poteaux ou solives ne sont pas remplis de maçonnerie, et que l'on veut, par raison d'économie, ou pour éviter le poids, les laisser vides, on pose les lattes jointives.

Les lattes dont on fait le plus généralement usage sont de cœur de chêne refendu ; elles ont 1^{m}, 30 de longueur sur environ 5 centimètres de largeur et 7 à 9 millimètres d'épaisseur. Elles doivent être posées bien parallèlement et fixées avec des clous à tête *plate* sur chaque poteau ou solive. Enfin, nous ferons observer qu'il faut les poser en liaison.

Il y a nombre de départements en France où l'on ne trouve pas de plâtre, et alors les enduits se font en ce qui est nommé blanc en bourre. Cet enduit est du mortier de chaux et de sable, ou de chaux et d'argile douce, auquel on a mélangé de la bourre. Pour obtenir de bons enduits de ce genre, qui prennent un beau poli, il faut que la chaux employée soit éteinte depuis plusieurs mois, afin que l'on soit assuré qu'aucune de ses particules n'a échappé à l'extinction. Pendant la gelée le blanc en bourre ne doit pas être employé. La première couche doit avoir de 0^{m},018 à 0^{m},020 d'épaisseur ; la seconde, que l'on pose quand la première est à moitié sèche, afin qu'elle adhère mieux, n'aura que 0^{m},007 environ ; enfin, la troisième n'a que 0^{m},002 à 0^{m},004 d'épaisseur ; elle doit toujours être en mortier plus fin que les premières.

Lorsqu'on veut peindre les enduits de blanc en bourre, il convient de ne le faire que neuf à dix mois après leur exécution et autant que possible dans la belle saison.

Échafauds.

Les échafauds sont des constructions temporaires, destinées à aider à l'élévation des édifices et des maisons. Il est du devoir de l'architecte et de tout constructeur de veiller scrupuleusement à ce que les échafauds soient combinés et établis avec la plus grande solidité : car dans le cas contraire on est responsable devant sa conscience et ensuite devant la loi des malheurs qui peuvent en être la suite. Il n'est malheureusement pas rare de voir des ouvriers tués ou blessés par l'insouciance apportée à l'établissement de ces planchers auxiliaires, sur lesquels les ouvriers exposent leur vie pendant la plus grande partie de la durée des travaux et surtout pendant que s'élève la maçonnerie.

On emploie pour les échafauds des monuments et des édifices publics des bois de charpente avec des assemblages boulonnés en fer, parce que ces constructions demandent quelquefois ou presque toujours des années pour leur achèvement, à cause des moulures et des sculptures considérables qui ornent leurs façades. Il n'en est point ainsi pour la construction des maisons particulières, et surtout pour celles qu'on élève en dehors des grandes villes ; il n'en est point ainsi non plus des dépendances dont on accompagne ces maisons, et qui se terminent dans le courant d'une campagne.

La destination temporaire des échafauds, de courte durée pour les constructions particulières et pour la construction de leurs dépendances, permet de leur donner une grande légèreté tout en les construisant d'une solidité suffisante pour supporter les hommes qui travailleront dessus, ainsi que les matériaux qui pourront y être accumulés. Répétons qu'il faut que le propriétaire constructeur surveille l'ouvrier chargé d'établir les échafauds, afin que celui-ci y apporte un soin et une attention particuliers. Si ce conseil est suivi il n'y aura pas d'accident à déplorer. Le chef d'une construction ou le propriétaire qui fait bâtir quand il dirige lui-même les ouvriers, a pour ainsi dire la charge des âmes et du corps de ceux qui travaillent pour lui et sous lui.

Les échafauds peuvent être divisés en deux classes : dans la première on rangera ceux qui sont simplement construits par les maçons. C'est cette première classe qui est plus ordinairement en usage. La seconde classe comprend les échafauds faits avec plus d'art par les charpentiers : on s'en sert pour la construction des monuments importants, ce qui les exclut du cadre de cet ouvrage. Nous ne parlerons pas non plus du plus simple genre d'échafauds et que les maçons ou autres ouvriers établissent avec des tonneaux, des caisses, des tréteaux ou chevalets, posés sur le sol ou plus haut sur des planchers déjà faits et recouverts de planches ou de madriers, jetés d'un des appuis à l'autre. Nous ferons seulement remarquer qu'il faut exiger que les points d'appui soient solidement posés, qu'ils ne vacillent pas, afin que le plancher provisoire qu'on jette pour ainsi dire dessus ne vacille pas lui-même, ce qui com-

promettrait la vie des ouvriers, qui en tombant même d'une petite hauteur peuvent se casser une jambe ou un bras. Les échafauds dont nous venons de parler permettent de monter des maçonneries jusqu'à trois ou quatre mètres d'élévation.

Les échafauds de la première classe dont nous avons parlé plus haut, et qui sont des échafauds de maçon, sont les plus simples et les plus ordinairement employés, puisqu'ils servent à construire toutes les maisons et quelquefois même des bâtiments d'un ordre supérieur. Ces échafauds sont remarquables par les moyens simples et économiques avec lesquels les maçons eux-mêmes les établissent.

Il y a trois sortes d'échafauds que les maçons établissent eux-mêmes : 1° *Les échafauds sur plans verticaux* (fig. 159), qu'on établit en commençant par poser verticalement, à environ, 1^{m},50 du pied du mur ou du pan de bois à élever, ce qu'on nomme des échasses ou écoperches, espacées entre elles de deux mètres ou à peu près. Les échasses sont de grandes perches nommées aussi baliveaux. On scelle les pieds des échasses dans le sol ou simplement dessus au moyen de petits massifs en moellons et plâtre, que l'on appelle *patins*. Ensuite à des intervalles de 1^{m}, 75 de hauteur à peu près, et au fur et à mesure que la construction monte, on place des boulins horizontalement et qui sont assujettis d'un bout aux échasses par des cordages à main et scellés de l'autre de 10 centimètres au moins dans le mur ou le pan de bois. C'est sur ces boulins qu'on établit, à chaque étage qu'on en a fait, un plancher, soit en planches de bateau quand on est à proximité de rivières, et sinon en bons madriers, en ayant bien soin d'éviter surtout les *bascules*. Lorsque la hauteur de la maçonnerie empêche l'ouvrier de continuer son travail, on pose les boulins de l'étage supérieur suivant, et sur ces boulins on pose des planches ou madriers du plancher provisoire que l'on va quitter. Afin de conserver la solidité des échasses ou écoperches, de les maintenir invariablement dans leur position verticale, on a soin de laisser les boulins en place; on a l'usage de laisser sur chacun de leurs étages un rang de planches ou de madriers pour faciliter le travail s'il y a des alignements ou des aplombs à relever.

On comprend que dans le cas où les murs d'une construc-

tion sont en pierre de taille, on ne peut y sceller les pièces de bois nommées boulins : alors on a soin de dresser les écoperches ou perches verticales vis-à-vis des baies des fenêtres et en face sur leurs appuis ou même à l'intérieur du bâtiment, on place des boulins *verticaux,* auxquels on assujettit les boulins horizontaux avec des cordages à main, comme on a fait pour les relier aux écoperches.

Mais les écoperches n'ont pas toujours une longueur suffisante pour atteindre le sommet de la construction : alors il faut les *enter*, c'est-à-dire les prolonger par d'autres écoperches qu'on relie au sommet de celles qui partent de terre, en ayant soin de faire reposer le pied de chacune qui est entée sur un des derniers boulins horizontaux pour lui donner plus de stabilité.

La grosseur des écoperches varie de 15 à 25 centimètres à leur pied, et suivant leur longueur, qui varie elle-même de 5 à 10 mètres. Les boulins ont d'ordinaire 2m, 50 de longueur et 10 à 15 centimètres de diamètre. Les boulins ne doivent pas avoir de mauvais nœuds, être en bois sain, pour éviter les accidents et les malheurs qu'occasionnerait leur rupture. Quand on

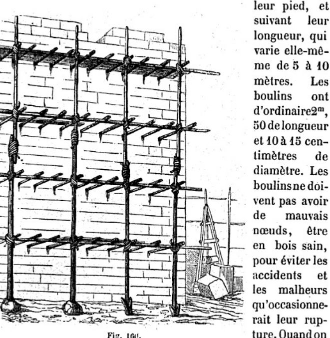


Fig. 160.

se sert de planches de bateau pour poser sur les boulins, ou de planches en bois blanc, elles ont généralement de 4 à 5 centimètres d'épaisseur; elles doivent être frettées (garnies de petites bandes de fer mince) par les deux bouts, pour les empêcher de se fendre.

2° *Les échafauds sur plans horizontaux*, destinés à construire les plafonds et leurs corniches et à faire les rejointoyements et enduits des voûtes. Pour établir cette sorte d'échafauds on pose verticalement des boulins le long des deux murs se faisant face dans une pièce à plafonner, en les espaçant environ de deux mètres les uns des autres; à ces boulins on fixe des pièces horizontales ou traverses au moyen de cordages à main. C'est sur ces traverses qu'on pose ensuite le plancher temporaire de l'échafaud. Les traverses n'ont pas toujours la longueur suffisante; alors on les ente pour leur donner la longueur de la pièce. Ensuite il faut avoir la précaution de poser de distance en distance des étrésillons en dessous des traverses, afin qu'elles puissent supporter le plancher et la charge, qui est assez considérable. On aura soin aussi que les étrésillons soient posés sur des pièces de charpente du vrai plancher et non sur les lattis ou les aires. Il doit en être de même des boulins posés verticalement.

3° *Les échafauds volants*, employés pour faire les ravalements partiels ou autres ouvrages qui n'ont pas besoin d'être échafaudés de fond, ou à partir du sol. On démonte en tout ou en partie cette sorte d'échafaud pour le changer de place suivant les besoins et l'avancement des travaux pour lesquels ils sont établis.

Il y a bien des manières d'établir ces échafauds qui sont prescrites par la nature des travaux et la disposition des lieux où on les élève. Dans des travaux où il y a convenance ou impossibilité de faire reposer les écoperches sur le sol, si l'on peut disposer du premier étage, on construit ce qu'on nomme un échafaud à bascule. On pose horizontalement sur les appuis des fenêtres, de fortes pièces de bois, qu'on maintient invariablement dans leur position en les faisant reposer à l'intérieur sur un petit potelet placé sur le plancher, et en les serrant avec un poteau vertical d'aplomb sur le potelet. Cette opéra-

tion faite avec soin, on établit sur les parties qui font saillie à l'extérieur le premier plancher de l'échafaud ; ensuite à une distance convenable du mur, on scelle les pieds des écoperches avec de forts patins en plâtre, comme on le ferait sur le sol.

Si au contraire le premier étage n'est pas libre, il faut faire supporter la portion extérieure des premiers boulins horizontaux par des boulins inclinés ou posés de biais, dont on scellera les pieds au bas du mur dans des patins en plâtre. Pour éviter tout mouvement on scelle avec le plus grand soin dans le mur les boulins du premier rang : il est même convenable de fixer à chacun une patte en fer qui tienne dans le scellement.

Dans l'établissement de tout échafaud, il ne faut pas employer de vieux ou de trop vieux cordages, ni des cordages trop usés ou trop minces. Il faut penser que ces cordages resteront exposés aux intempéries de l'atmosphère pendant des mois entiers, et que s'ils venaient à manquer, il en résulterait de graves accidents causés par une aveugle et condamnable économie.

Lorsqu'il s'agit de monter des maçonneries ou de faire des travaux de consolidation ou de restauration à des édifices déjà construits, les échafaudages prennent souvent des formes encore beaucoup plus compliquées et qu'il serait impossible de définir autrement que par de nombreux exemples qui ne sauraient trouver leur place ici. Qu'il nous suffise de dire que dans ce cas on se sert fréquemment des saillies qu'offrent les constructions existantes pour y établir le pied des principaux supports de l'échafaudage, et que ceux-ci, au lieu d'être de simples perches en pièces de charpente toutes droites et montant de fond, sont souvent des chevalets ou des potences dont les chapeaux *en surplomb* servent de support aux premiers planchers ou aux autres pièces de charpente verticales qui les recevront à des étages plus élevés.

S'il s'agit de vastes constructions particulières, comme bâtiments de manufactures, magasins, usines, formés de plusieurs étages élevés et d'une grande étendue, les échafauds dont nous venons de parler seront peut-être insuffisants. Dans

ce cas il faudra des échafauds plus importants ou établis avec plus de soins. La disposition des pièces sera à peu près la même, seulement les écoperches et les boulins seront remplacés par des pièces de charpente plus fortes, équarries et reliées par des croix de Saint-André et des moises, de façon à constituer de véritables pans de bois à jour reliés au mur par les boulins. Dans les cas dont nous avons parlé, on a élevé en Angleterre, en Allemagne et aussi en France un échafaud pan de bois de chaque côté de sa construction ou mur, de façon à comprendre l'ouvrage dans l'intervalle qui les sépare l'un de l'autre. Des *chapeaux* couronnent ces pans de bois qui règnent dans toute la longueur, et qui servent de support à deux lignes de rails. Ces rails portent les roues d'un chariot à longs essieux qui transporte les matériaux où l'on veut, après les avoir montés au moyen d'un engrenage mû par une manivelle.

CHAPITRE V.

Charpente.

La charpente ou charpenterie est la science qui a pour objet de combiner par enlacement des assemblages de bois de toutes dimensions et de les faire servir à la construction des édifices et des maisons particulières. La charpente comprend principalement les planchers, les cloisons et les toits. On voit quelle est l'importance de la charpente dans un bâtiment quelconque. Il peut y avoir des constructions sans planchers et sans cloisons; mais dans nos climats septentrionaux il ne peut y avoir de constructions sans toit. Il est donc essentiel d'approfondir les règles générales que l'art de la charpenterie a trouvées, posées, et qu'il faut suivre.

Le temps qui a été reconnu le plus convenable pour la coupe des bois est au mois d'octobre, au mois de février. Pour abattre les arbres, il convient de les écorcer sur pied,

opération qui doit se faire au mois de mai, pour les abattre à la fin d'octobre. Après les avoir fait abattre à l'ordinaire et après les avoir fait équarrir, encore frais, on peut les placer debout, sous des hangars disposés de manière à les entretenir isolés les uns des autres, par le moyen de fortes traverses contre lesquelles on les appuie.

La transition successive de la sécheresse à l'humidité exerce une puissante et très-nuisible influence sur le bois. Le bois dure longtemps employé dans des lieux ou secs ou humides; cette longue durabilité dépend cependant de l'essence du bois, du lieu où il a poussé, et enfin des parties plus ou moins résineuses qui le mettent à même de résister à la pourriture. Les essences de chêne durent des siècles dans l'eau par exemple, tandis que les essences résineuses des sapins sont plutôt détruites.

Tout bois est plus dur près du tronc de l'arbre que dans le sommet. Il est encore plus dur au milieu de l'arbre que vers son écorce, par la raison que tout bois vers le tronc et vers le cœur est plus vieux et s'est développé plus tôt.

Les assemblages en charpente placés horizontalement forment les planchers, ceux qui sont placés verticalement forment les cloisons et enfin les assemblages inclinés de plusieurs manières forment les toits.

De la résistance des bois.

Indépendamment d'une bonne main-d'œuvre, il est facile de comprendre que pour établir une charpente solide il faut du bon bois.

Les bois dont on fait le plus d'usage sont le chêne et le sapin.

Le bois de chêne est un des meilleurs qu'on puisse employer pour les ouvrages de charpente; il a toutes les qualités nécessaires, telles que la dimension, la force et la fermeté. Quant à la dureté du chêne, il a l'avantage sur tous les autres arbres qui peuvent fournir d'aussi grandes pièces. Il est aussi le plus pesant, celui qui se conserve le mieux à l'air, dans l'eau ou dans la terre. Il résulte des expériences faites

sur le chêne et sur plusieurs autres espèces de bois que leur force est proportionnelle à leur densité et à leur pesanteur, c'est-à-dire que de deux pièces de même bois et de mêmes dimensions, la plus pesante est ordinairement la plus forte. On a observé que les pièces tirées de la partie inférieure de l'arbre sont plus pesantes que celles qui sont tirées du milieu, et que ces pesanteurs diminuent dans les parties les plus élevées et les branches, en raison de leur éloignement du pied du tronc. Ainsi, lorsqu'il s'agit de choisir une pièce forte, il faut la prendre dans la partie inférieure de l'arbre.

Dans les arbres parfaits, qui sont parvenus à toute leur croissance, la dureté est presque égale du centre à la circonférence.

Dans les arbres qui commencent à dépérir, le cœur est moins dur que la circonférence.

Dans les constructions en charpente, les bois agissent tantôt par leur force absolue et tantôt par leur force relative. La force absolue est l'effort qu'il faut pour rompre un morceau de bois en le tirant par les deux bouts, dans le sens de la longueur de ses fibres.

La force relative du bois dépend de sa position : ainsi une pièce de bois posée horizontalement sur deux appuis placés à ses extrémités se rompt plus facilement et sous un moindre effort que si elle était inclinée ou d'aplomb. L'effort qu'il faut pour la rompre est d'autant moins grand que ces pièces sont plus longues, et cet effort ne décroît pas tout à fait en raison inverse de leur longueur, lorsque les grosseurs sont égales. Ainsi une pièce de $0^m,165$ en carré de grosseur sur $2^m,60$ de longueur posée horizontalement porte un peu plus du double d'une autre de même grosseur sur $5^m,20$ de longueur posée de même.

Si le bois n'était pas flexible, une pièce de bois posée bien d'aplomb porterait une même charge, quelle que fût sa hauteur; mais l'expérience prouve que dès qu'un poteau a plus de sept ou huit fois la largeur de sa base en hauteur, il plie sous la charge avant de s'écraser ou de se refouler, et qu'une pièce de bois dont la hauteur aurait cent fois le diamètre de sa base n'est plus capable de porter le moindre fardeau sans plier.

La proportion selon laquelle cette force diminue en raison de la hauteur est difficile à déterminer, à cause de la variété des résultats que donne l'expérience. Cependant lorsqu'une pièce de bois de chêne est trop courte pour pouvoir plier, la force qu'il faut pour l'écraser ou la faire refouler est de 20 à 24 kilogrammes par $0^m,00073$ superficiels, et cette force pour le bois de sapin va de 24 à 28.

Une pièce en sapin ou en chêne diminue de force dès qu'elle commence à plier, en sorte que la force moyenne du bois de chêne, qui est de 22 kilogrammes par $0^m,00073$ superficiels pour un cube, se réduit à 1 kilogramme pour une pièce de même bois dont la hauteur est égale à 72 fois la largeur de la base. Les expériences faites à ce sujet ont donné la progression dont nous parlerons plus tard.

Deux considérations principales se présentent d'elles-mêmes dans le calcul de la force des bois exposés à la rupture transversale : 1° L'effet mécanique qu'un poids donné quelconque produira en raison des conditions des points d'appui, et 2° la résistance de la pièce de bois et la manière dont cette résistance est déterminée par la forme de la face de coupe en travers de la pièce.

Si une pièce de bois rectangulaire est supportée à ses deux extrémités et chargée en son milieu, la force de la pièce, en admettant que sa coupe transversale reste la même, sera en raison inverse de la distance entre les appuis, le poids agissant avec une force qui augmente à cette distance. Si une pièce de bois est fixée à l'une de ses extrémités, et chargée d'un poids de l'autre, sa force sera de moitié de celle d'une pièce de même grosseur et du double de longueur supportée à ses deux extrémités. Il en est de même d'une pièce supportée au milieu et chargée à ses deux extrémités. Dans chacun des cas que nous venons de citer la pièce supportera le double du poids si ce poids est réparti sur toute la longueur de la pièce. Et enfin, la force d'une pièce fortement assujettie à ses deux extrémités est à la force de la même pièce posée seulement sur deux appuis, comme trois est à deux.

On peut exprimer ces résultats fort simplement ainsi qu'il suit.

Admettons que s soit le poids qui rompra une pièce de

bois d'une longueur et d'un équarrissage donnés et scellée à une extrémité et chargée du poids à l'autre :

alors 2 *s* rompront la pièce fixée à une de ses extrémités et uniformément chargée;

4 *s* rompront la même pièce supportée aux deux extrémités et chargée au milieu;

6 *s* rompront la même pièce assujette aux deux extrémités et chargée au milieu;

8 *s* rompront la même pièce supportée aux deux extrémités et uniformément chargée;

12 *s* rompront la même pièce fixée à chacune de ses extrémités et uniformément chargée.

Quant à la résistance d'une pièce de bois si elle est chargée de manière à se rompre, cette rupture aura lieu vers un centre ou axe neutre, en dessous duquel les fibres du bois seront déchirées, tandis qu'en dessus ces fibres seront écrasées. C'est ce qu'on pourra se représenter en traçant avec un crayon tendre un certain nombre de lignes parallèles sur l'épaisseur d'un morceau de gomme élastique (fig. 161); ensuite on placera la gomme en cercle, on verra que les lignes se rapprochent les unes des autres sur le côté concave, et qu'elles s'écartent au contraire sur la face convexe, tandis qu'entre les deux arêtes on peut tracer une ligne neutre sur laquelle les divisions demeurent de la dimension primitive, et cette ligne neutre enfin sépare les fibres qui sont sous le coup de la pression de celles qui sont exposées à la tension.

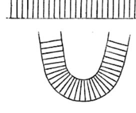


Fig. 161.

La résistance d'une pièce de bois rectangulaire dépendra donc : 1° du nombre de fibres en rapport avec sa largeur et sa hauteur; 2° de la distance de ces fibres de l'axe neutre et la pression conséquente au moyen de laquelle ils agissent, pression qui sera identique à la hauteur; et enfin, de la force active des fibres, qui variera naturellement avec les matériaux

divers employés, et qui ne peut être déterminée qu'approximativement suivant les expériences faites jusqu'à présent sur des pièces de bois rectangulaires de même essence que celles dont on veut estimer la force.

La force effective de toute pièce de charpente rectangulaire sera donc directement comme sa largeur multipliée par le carré de sa hauteur et en raison inverse de sa longueur.

En prenant s pour la force transversale de la matière, en nommant h sa hauteur, e son épaisseur, et l la longueur entre les appuis et P le poids qui fera rompre,

$$\text{on aura } P = \frac{she^2}{l}.$$

On a calculé la valeur d'une constante relative à la résistance par chaque centimètre carré de section transversale, pour différentes natures de bois.

Ainsi pour le bois de chêne, la constante sera de 117 kilogr.

—	mélèze, —	70	—
—	sapin de Russie ou de Riga.	76	—
—	sapin de Norvège.	115	—
—	d'orme.	71	—

Pour trouver le poids qui fera rompre une pièce fixée à l'une de ses extrémités, il faut multiplier la largeur de la pièce par le carré de son épaisseur et ensuite par la valeur constante du bois et en diviser le produit par la longueur. Supposons qu'on veuille connaître le poids qui pourra rompre une pièce de bois de chêne de 8 centimètres de largeur sur 12 centimètres de hauteur, et 9 mètres de longueur :

On prendra la largeur, 8 centimètres, qu'on multipliera par le carré de 12 ($12 \times 12 = 144$) ou 144, ce qui fera 1152. On multipliera ces 1152 par 117, nombre qui représente la valeur constante du bois de chêne, par exemple, 1152 multiplié par $117 = 134784$.

Divisez ces 134784 par la longueur, 900 centimètres (car toutes les mesures dans ce calcul doivent être exprimées en centimètres), vous trouverez 149 kilogrammes qui seront à très-peu de chose près le poids demandé.

2e Exemple : on demande le nombre de kilogrammes qu'il faut pour rompre une pièce de chêne de 11 centimètres de largeur sur 19 centimètres de hauteur et 7m,50 de longueur, fixée dans le mur à une de ses extrémités. Prenez le carré de 19, qui est 361, qu'il faut multiplier par 11, ce qui fait 3971, qu'il faut multiplier par 117, la constante du bois de chêne, ce qui produira 464607, qu'on divisera par 750. Le nombre 619 (kilogrammes) sera le poids cherché.

Si dans le premier exemple on substituait du bois de mélèze au bois de chêne, il faudrait dire : 8 $\times$ par le carré de 12 $\times$ par 70 (au lieu de 117) ce qui fera 80640 divisé par 900 = 89. Le poids de 89 kilogrammes ferait rompre cette pièce.

Dans le second exemple en substituant le bois de mélèze au bois de chêne, il faudra dire : $11 \times 19 \times 19 = 3971 \times 70 = 277970$ divisé par $750 = 370$ kilogrammes.

Pour trouver le poids qui fera rompre une pièce supportée librement à ses deux extrémités avec charge au milieu, il faut multiplier la quantité par *quatre fois la largeur* de la pièce et par le carré de sa hauteur, en diviser ensuite le produit par la longueur, et le résultat sera le poids demandé.

Supposons qu'on veuille connaître le poids qui pourra rompre une pièce de chêne de 8 centimètres de largeur sur 12 centimètres de hauteur et 9 mètres de longueur.

On prendra *quatre fois la largeur*, soit 32 centimètres qu'on multipliera par le carré de 12, ou 144, ce qui fera 4608, qu'on multipliera par 117 ; on obtiendra 539136, qu'il faut diviser par 900 (9 mètres, la longueur) = 599 kilogrammes.

Pour trouver le poids qui fera rompre une pièce de bois de chêne encastrée et scellée à ses deux extrémités, et chargée au milieu, il faut multiplier quatre fois la largeur de la pièce par le carré de son épaisseur, multiplier ensuite par la valeur constante, divisée par la longueur. Le produit sera multiplié par 3 et divisé par 2. Prenons la pièce précédemment calculée ; nous avons trouvé 599 qu'il faut multiplier par 3 (= 1797) et diviser par 2, ce qui fera 898 kilogrammes.

Il faut se souvenir que le poids donné précédemment qui fait rompre une pièce de bois ne doit pas être pris d'une ma-

nière absolue. Dans la pratique on ne doit prendre pour règle que le tiers du poids causant rupture. Le bois souffre s'il n'est même chargé que du quart de son poids de rupture, et c'est pour cette raison qu'il sera prudent et convenable de ne jamais dépasser ce quart. On peut conclure des expériences faites par les hommes les plus compétents qu'une pièce de bois peut supporter sans inconvénient à la rigueur le tiers du poids qui la ferait rompre.

Un seul exemple suffira pour démontrer l'importance des principes que nous venons d'énumérer et combien de soin il faut apporter à la direction que l'on donne aux dimensions du bois, ou à la position selon leur forme. Prenons une pièce de bois de sapin de Norvège de 10 centimètres sur 22 centimètres et 4 mètres de longueur posée sur champ.

Son poids de rupture sera de $\frac{115 \times 10 \times 22^2}{4} = 13915.$

Si pour gagner de l'espace, la même pièce était posée à plat, son poids de rupture serait $\frac{115 \times 22 \times 10^2}{4} = 6325.$

Il est aisé de voir par cet exemple que la forme et la pose d'une pièce de charpente quelconque exercent une grande influence sur sa force.

TABLEAU DE LA ROIDEUR OU FORCE RESPECTIVE DE PLUSIEURS ESPÈCES DE BOIS (1).

NOMS DES BOIS.	TRINGLES soumises à l'expérience.			Mesure de la flexion opérée immédiatement par le poids posé dessus.	Plus grande flexion suivie de rupture.	1re charge, résistance à la rupture.	2e charge, suivie de rupture.
	Longueur.	Hauteur.	Épaisseur.				
	m.	m.	m.	m.	m.	kil.	kil.
Sapin ordinaire.	1.098	0.02615	0.02615	0.02619	0.07846	16.602	41.158
Sapin rouge....	1.202	0.0266	0.02667	0.02641	0.05512	29.933	43.263
Sapin blanc....	1.255	0.0326	0.03269	0.031631	0.05512	58.383	74.365
Chêne.........	1.281	0.0339	0.038939	0.028238	0.08537	78.753	101.025
Hêtre	0.862	0.0213	0.02615	0.027716	0.07187	34.142	48.174
Aune..........	1.124	0.0245	0.02615	0.046769	0.09361	33.207	39.755

(1) La force respective ou roideur est la propriété d'un corps en vertu de laquelle il résiste à la flexion.

D'après ce tableau, il s'ensuit qu'une tringle parallélipipédique de sapin ordinaire ou sauvage, de un mètre neuf centimètres et huit millimètres de longueur, de deux centimètres six millimètres de hauteur sur deux centimètres six millimètres (nombre rond), se rompt au milieu (appuyée seulement aux deux extrémités) sous un poids de 41 kilog. 158 grammes; elle fléchit avant sa rupture en contre-bas de sa position horizontale de 0,0261.

Les roideurs ou forces respectives de deux pièces de bois d'inégales hauteurs et épaisseurs, mais d'égales longueurs, sont en rapport des produits de leurs épaisseurs multipliées par les carrés de leurs hauteurs, ou

$$e \times h^2 :: E \times H^2.$$

Supposons une solive de 7 centimètres d'épaisseur sur 20 centimètres de hauteur, et de 4 mètres 40 centimètres de longueur; une autre solive de 5 centimètres d'épaisseur, de 28 centimètres de hauteur et également de 4 mètres 40 de longueur. Les surfaces transversales (en travers des pièces) des deux solives sont égales, car $7 \times 20 = 5 \times 28 = 140$, et il faut qu'une quantité égale de fibres soit violemment tendue et rompue. Les roideurs des deux solives sont entre elles comme 7×400 (20×20) :: 5×784 (28×28),

ou comme 2800 (7×400) :: 3920 (5×784),
ou comme 5 est à 7.

La deuxième solive quoique de 5 centimètres seulement d'épaisseur, tandis que la première en a 7, a cependant une force de $\frac{2}{7}$ plus considérable. On peut donc se convaincre par cet autre exemple de quelle importance est l'emploi du bois posé sur champ.

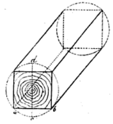
Équarrissage des bois.

Pour employer un arbre dans les travaux de charpente, il faut d'abord le rendre carré de rond qu'il est naturellement. Cette opération se nomme *équarrir;* on retranche dans le sens de la longueur de l'arbre les parties circulaires, et il en ré-

sulte quatre faces d'équerre entre elles. On nomme *bois d'équarrissage* le bois qui se présente sous la forme d'un parallélipipède rectangle. Les morceaux de bois enlevés par l'équarrissage au moyen de la scie, et qui ont une face droite et plane, et l'autre circulaire ou convexe, se nomment *dosses*, qu'on utilise aussi de beaucoup de manières.

Équarrir le bois, c'est le tailler à angles droits. Dans cette opération, il faut tâcher de ne pas perdre de bois. Dans l'équarrissage il s'agit d'enlever ce qu'on nomme des *dosses*, c'est-à-dire les segments circulaires qui donnent à l'arbre en grume une forme circulaire ou cylindrique. On n'équarrit point de bois au-dessous de seize centimètres de gros ou de diamètre. Pour trouver dans l'équarrissage d'un arbre la plus grande dimension d'une poutre carrée, voici comment il faut opérer.

Si l'arbre est court, s'il a à peu près le même diamètre aux deux extrémités, prenez son diamètre *dc*, multipliez-le par 5 et divisez-en le produit par 7; le quotient vous donnera la largeur de la face *ab*, à laquelle les trois autres seront semblables. Supposons (fig. 162) que le diamètre *dc* soit de 43 centimètres; multipliez ces 43 par 5, ce qui produira 215, qu'il faut diviser par 7. Le quotient sera 306 ou 30 centimètres 6 millimètres. Supposons que le diamètre *dc* soit de 39 centimètres; multipliez ces 39 par 5, ce qui produira 195, qu'il faut diviser par 7. Le quotient sera 278, ou 27 centimètres 8 millimètres.


Fig. 162.

Maintenant s'il s'agit de connaître quel doit être le diamètre d'un arbre qui devra fournir un équarrissage déterminé, multipliez le côté donné (*ab*) par 7 et divisez-en le produit par 5. Le quotient donnera le diamètre de l'arbre que demande la mesure proposée. Supposons qu'on veuille avoir une poutre de 35 centimètres d'équarrissage carré : il s'agit de savoir quel sera le diamètre de l'arbre d'où elle doit être tirée. Multipliez le côté par le nombre 7, et divisez-en le produit par 5, le quotient sera le diamètre demandé. Supposez que le côté de la poutre future ait 35 centimètres de largeur : multipliez ces

35 par 7, et divisez le produit par 5. — $35 \times 7 = 245$ divisés par $5 = 49$. L'arbre devra donc avoir 49 centimètres de diamètre pour livrer une poutre de 35 centimètres d'équarrissage en tous sens.

S'il s'agit de connaître la plus grande force d'une poutre plus haute que large et à débiter dans un arbre, il faut savoir que cette force est donnée par une pièce de charpente dont la largeur est en rapport avec la hauteur dans la proportion de 5 à 7. Par conséquent si l'on veut savoir quelle doit être la grosseur d'un arbre dans lequel on doit débiter une poutre oblongue en coupe transversale, on multipliera la hauteur *ac* de la poutre fig. 163, par 5, et on en divisera le produit par 4. Le quotient donnera le diamètre demandé de l'arbre. Supposons que le côté vertical, ou hauteur de la poutre, soit de 24 centimètres : il faut multiplier 24 par 5 ce qui fait 120 qui, divisés par 4, produiront 30. — 30 centimètres sera donc le diamètre d'un arbre dans lequel on pourra débiter une pièce de charpente ayant 24 centimètres de hauteur et offrant la plus grande résistance possible.


Fig. 163.

Veut-on savoir, au contraire, quelle sera l'épaisseur *ab* d'une pièce plus haute que large de la plus forte résistance, on multipliera son diamètre par 4 et on en divisera le produit par 7 ; que le diamètre, par exemple, soit de 42 centimètres ; 42 multipliés par 4 produisent 168, qui divisés par 7 font 24.

Il arrive qu'à défaut de gros arbres, ou soit encore par économie, on emploie dans beaucoup de cas des bois non à vive arête, mais qui conserveront à leurs extrémités longitudinales une partie de leur courbure naturelle. Dans ce cas si l'on veut connaître l'équarrissage carré le plus résistant d'un arbre dont le diamètre est connu, il faut multiplier ce diamètre par 6 et en diviser le produit par 7 ; le quotient donnera la dimension de l'équarrissage. Supposons un tronc d'arbre de 42 centimètres de diamètre ; $42 \times 6 = 252$, qui divisés par $7 = 36$. Les quatre faces auront donc chacune 36 centimètres de largeur.

S'agit-il de calculer d'un équarrissage carré connu le diamètre du tronc d'où il a été tiré, multipliez le côté ponctué

en *c* par 7, et divisez-en le produit par 6. Le quotient donnera le diamètre demandé fig. 164.



Fig. 164.

Si l'on veut connaître la plus grande résistance d'une poutre plus haute que large sans vive arête et qui conserve à ses extrémités longitudinales une partie de la courbure naturelle du tronc, — qui doit être équarrie dans une proportion de 5 de largeur sur 7 de hauteur, on trouve la hauteur de cette poutre *ab* en multipliant le diamètre du tronc d'arbre *cd* (fig. 165) par 10 et en divisant le produit par 11.

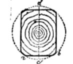


Fig. 165.

Supposons un tronc d'arbre de 44 centimètres de diamètre : 44 multipliés par 10 = 440, qui divisés par 11 font 40. Supposons, pour citer un autre exemple, que ce tronc ait 27 centimètres 5 millimètres ($0^m,275$) de diamètre : $275 \times 10 = 2750$ divisés par $11 = 25$ centimètres. L'épaisseur de la pièce dans les deux cas sera déduite du rapport de 5 à 7, qui donne la plus forte résistance.

Enfin, s'il s'agit de déterminer le diamètre d'un arbre d'où l'on doit équarrir une pièce de charpente offrant par ses proportions la plus grande résistance et étant plus haute que large, il faut multiplier la hauteur donnée par le nombre 11 et en diviser le produit par le nombre 10. Le quotient donnera la dimension du diamètre demandé. Supposons que 40 centimètres soient la hauteur de la poutre, ce nombre multiplié par 11 produit 440 centimètres, qu'il faut diviser par 10 ; on aura pour quotient 44 centimètres, qui seront le diamètre demandé.

La masse de bois de tout tronc d'arbre est d'une compacité inégale; son extérieur, l'aubier, bois non encore arrivé à sa maturité, est la partie la plus tendre. Le bois augmente en dureté en approchant du cœur de l'arbre, jusqu'à son contact avec le cœur, où il devient de nouveau plus tendre. Le tronc des arbres poussés dans des contrées abritées forme presque un cercle parfait en coupe transversale; ils ont le cœur au centre et la compacité du bois est la même à égale distance du cœur. Le tronc des arbres poussés sans abri, isolément ou sur les lisières des bois et des forêts, offre en coupe une forme

irrégulière, le cœur n'en est point placé au centre et la dureté du bois est inégale, malgré l'identité de sa distance du cœur. Le bois en est plus tendre là où les réseaux concentriques de la pousse annuelle sont les plus larges. La cause de ce phénomène c'est que l'arbre en croissant augmente annuellement sa circonférence au moyen d'une enveloppe extérieure de substance ligneuse, que la circulation de la séve est plus active du côté frappé par le soleil, et enfin que dans la plus ou moins grande activité de la séve il s'établit une proportion plus ou moins considérable dans la dimension des tubes conducteurs de la séve. Il s'en suit de ces faits que le bois d'un arbre isolé est moins compacte du côté du sud que sur sa face septentrionale.

C'est de cette nature inégale du bois que proviennent les changements et les altérations que le bois subit dès sa dessiccation, et ensuite encore quand sec il est travaillé pour le mettre en œuvre. C'est, de plus, de cette nature inégale que le bois a la propriété d'attirer plus ou moins d'humidité de l'atmosphère, de s'en saturer, d'où provient enfin qu'il se coffine ou se gauchit, se rapetisse et se gerce.

Étudions le tronc d'un arbre qui a poussé isolément (fig. 166).


Fig. 166.

Dans la coupe transversale le cœur s'approche du côté du nord, et à nombre égal de réseaux concentriques annuels, ces réseaux sont beaucoup plus larges sur la face méridionale. Dans la dessiccation, les réseaux placés au sud du cœur, et qui sont plus tendres, se resserreront davantage que les réseaux compactes de la face nord, et le tronc avant la dessiccation deviendra courbé après cette opération, et courbé dans la direction opposée au nord. Ce gauchissement, qui s'opère dans toute l'étendue longitudinale du bois dans les arbres qui ont grandi isolément, engage le constructeur à poser pour toutes pièces de charpente horizontales la face nord de l'arbre en dessus, afin que sa courbure oppose plus de résistance au poids que le bois peut avoir à subir. Quant aux bois debout qui ont à subir une pression ou poussée latérale, il faut poser leur face nord vers la direction d'où vient la poussée. Dans les pans de bois exté-

rieurs, il faut poser les bois équarris à la cognée de façon à ce que le cœur du bois dans les poteaux corniers (ou d'angle) se trouve à l'intérieur, en équerre, ainsi quel'indique la fig. 167.

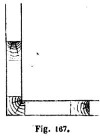


Fig. 167.

Pour les poteaux intermédiaires on posera le bois de façon à ce que la courbure puisse avoir lieu dans la longueur du pan de bois.

Quant à des poteaux ou colonnes isolés en bois, il faut mettre au centre le cœur du bois, soit qu'on fasse des corps cylindriques, soit qu'on fasse des poteaux à plusieurs pans. Il est en outre très-essentiel que les bois employés à cet usage soient parfaitement secs.



Fig. 168.

Quand des planches et des madriers sont exposés alternativement à l'humidité et au vent, leurs extrémités longitudinales s'élèvent, mais le cœur reste en place. Supposons deux planches, dont l'une aura le cœur du bois tourné en l'air, tandis que l'autre aura le cœur posé en bas au-dessous, la première se gauchira en l'air ou par en haut, tandis que la seconde se coffinera en sens inverse, c'est-à-dire de haut en bas (fig. 168).

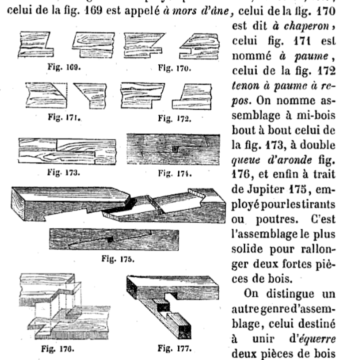
Il est donc préférable d'employer des planches ayant le cœur du bois sur une face que de se servir de planches qui auraient le cœur au centre. Dans le premier cas on les contrarierait en les posant.

Si le gauchissement et l'amincissement du bois dépendent de son inégalité de compacité, la même cause produit aussi les gerçures. Si un tronc abattu, ayant la forme la plus régulière, le cœur au centre, et où on ne remarque aucune différence bien sensible dans la masse de bois d'un seul et même réseau annuel, il n'en est pas moins vrai qu'on voit la diminution de la compacité du cœur en allant vers l'écorce, ainsi que l'augmentation de la circonférence des réseaux, augmentation qui est en proportion inverse avec la compacité. Or, moins le bois est compacte, plus il diminuera dans la dessiccation.

Les règles de la charpente apprennent donc les dimensions des bois, c'est-à-dire leur longueur et leur épaisseur. Quant à

leur *longueur*, on se sert pour l'augmenter de divers assemblages, qui ont chacun un nom particulier.

Ces assemblages sont employés pour linteaux, sablières, etc.; celui de la fig. 169 est appelé *à mors d'âne*, celui de la fig. 170 est dit *à chaperon*, celui fig. 171 est nommé *à paume*, celui de la fig. 172 *tenon à paume à repos*. On nomme assemblage à mi-bois bout à bout celui de la fig. 173, à double *queue d'aronde* fig. 176, et enfin à trait de Jupiter 175, employé pour les tirants ou poutres. C'est l'assemblage le plus solide pour rallonger deux fortes pièces de bois.


Fig. 169. Fig. 170. Fig. 171. Fig. 172. Fig. 173. Fig. 174. Fig. 175. Fig. 176. Fig. 177.

On distingue un autre genre d'assemblage, celui destiné à unir d'*équerre* deux pièces de bois (fig. 177); on se sert alors de l'assemblage dit à entaille à moitié bois, qui se fait par entailles; dans ce cas les pièces réunies ne forment qu'une même épaisseur. Un autre assemblage de cette catégorie est nommé carré à tenon et mortaise fig. 178. Il y a encore un grand nombre d'espèces d'assemblages à équerre, dont on se sert dans la charpente des planchers, des cloisons ou pans de bois et des toits, qu'on trouvera détaillées dans le ***Manuel du charpentier*** par Biston et Hanus (collection Roret).

Il nous reste à parler des assemblages *obliques*, destinés à lier entre elles des pièces de bois soit horizontalement, soit vertica-

lement, soit en l'air, mais ne formant pas d'angles droit (fig. 179). Nous donnons dans les fig. 180, 183 les exemples les plus habituellement suivis dans les constructions ordinaires, pour lesquelles il est inutile de recourir aux assemblages trop compliqués.

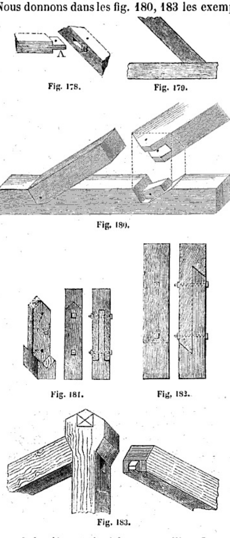
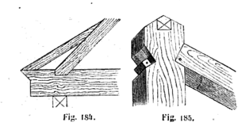


Fig. 178. Fig. 179. Fig. 180. Fig. 181. Fig. 182. Fig. 183.

On est quelquefois forcé de rallonger des pièces de charpente posées de bout, comme poteaux, supports, et en général toutes pièces quelconques placées verticalement. Rallonger ces pièces se dit, en terme de bâtiment, les *enter*. Il faut que la manière d'enter ne diminue pas leur force. Les fig. 181, 182 en sont des exemples. Le *tenon* doit être taillé suivant le fil du bois (fig. 181) : il doit être égal au tiers de l'épaisseur de la pièce et situé dans son milieu. La *mortaise* est sembla-


Fig. 184. Fig. 185.

blement disposée : il s'en suit que les épaisseurs de bois qui restent au-dessus et au-dessous de cette dernière, et qu'on nomme les *jouées*, sont chacune égale à l'épaisseur du tenon, afin que la résistance soit la même de part et d'autre. C'est pour le même motif que le trou destiné à recevoir la *cheville d'assemblage* est situé au tiers de la longueur du tenon, à partir de sa naissance, et dans l'axe de sa largeur, qu'on nomme *joue*. Cette cheville cylindrique, et d'un diamètre ordinairement égal au quart de l'épaisseur du tenon, doit être de bois dur et surtout de fil; cependant il ne faut jamais la considérer comme partie constituante de l'assemblage; elle ne doit servir réellement qu'à faciliter le travail; une charpente bien combinée, bien exécutée et posée doit se maintenir sans le secours des chevilles, puisque si elles avaient quelque utilité, la rupture de l'une d'elles, pourrait occasionner la destruction de toute la charpente. Toutefois, malgré ces considérations, on les laisse dans les assemblages, en ayant soin de les couper à fleur des faces des pièces.

Bien que l'exactitude rigoureuse soit préférable à toutes les précautions que l'on peut prendre dans l'exécution, la difficulté d'obtenir ce résultat amène naturellement à choisir un terme moyen présentant la plus grande solidité possible jointe à une exécution certaine; ainsi, dans l'assemblage dont il s'agit, il faudrait que la mortaise et le tenon fussent égaux, afin que le bout de celui-ci portât sur le fond de la mortaise en même temps que les épaulements du tenon sur les jouées qui en sont la portée; et comme il peut arriver que le tenon soit un peu trop long et porte seul, il faut le faire tout d'abord un peu plus court que la mortaise, pour faire porter de préférence les épaulements du tenon.

Les liernes sont des pièces de bois entaillées de sorte à pouvoir embrasser les solives sur lesquelles elles sont arrê-

tées par des chevilles. Les liernes sont destinées à empêcher les solives de fléchir séparément.

Un des assemblages le plus solide est celui à queue d'aronde et à mi-bois, qui empêche tout mouvement en travers ou en longueur. Nous n'en ferons pas la description, la fig. 186 montrant distinctement la combinaison de cet assemblage.

L'assemblage A est très-simple, on le nomme entaillé à double renfort incliné. Celui en B est à queue d'aronde est celui en C est à tenon et à renfort biais. Il sera aisé de comprendre que l'assemblage A peut avoir lieu après que la pièce longitudinale est posée, et il en est de même de l'assemblage B. Comme dans l'assemblage C il y a un tenon, il faut qu'il se fasse simultanément avec la pose de la charpente ou pendant ce qu'on nomme le *levage* (fig. 187).

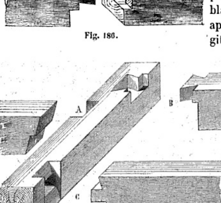


Fig. 186.

Fig. 187.

Des planchers.

En parlant de l'équarrissage des arbres, nous avons dit que la plus grande force d'une pièce de bois tirée d'un tronc cylindrique était celle que présentait la proportion de sa largeur à sa hauteur dans le rapport de 5 à 7. Or, la solidité de deux pièces de bois d'égale longueur est en proportion du produit de la largeur avec le carré de la hauteur, et il s'ensuit qu'une pièce mise sur champ de plus petite largeur, mais de plus d'élévation, tout en présentant en coupe une superficie

égale, offrira plus de solidité qu'une pièce de bois de plus de largeur mais de moins de hauteur. Prenons une poutre de 30 centimètres de largeur et de 40 centimètres de hauteur dont la superficie en coupe sera donc de 1200 centimètres superficiels et une autre poutre de 20 centimètres de largeur sur 60 centimètres de hauteur, le rapport de leur solidité sera comme 30 × 40 × 40 égal à 48000 est à 20 × 60 × 60 égal 72000, ou autrement la poutre rectangulaire oblongue sur champ supporte moitié plus du poids que la poutre équarrie carrément d'un tronc d'arbre.

Il y a donc économie à mettre en œuvre des pièces de charpente sur champ, sans parler de la solidité.

Comme exemple d'un plancher formé de solives posées sur champ, supposons un espace à couvrir, qui aurait 6 mètres 25 centimètres de largeur et 9^m, 50 de longueur. Il faut 25 solives dans la longueur espacées à 35 centimètres les unes des autres, de milieu en milieu. La dimension de ces solives, pour être solides, doit être au moins de 7 centimètres sur 25. Les solives de cette dimension, qui en coupe donnent 175 centimètres superficiels, seront plus solides et résisteront à un plus grand fardeau qu'un nombre égal de solives de 12 sur 15 centimètres qui donnent chacune 188 centimètres superficiels en coupe.

On nomme planchers simples, ceux formés de solives parallèles D, D, fig. 188 (1), dont les bouts ou extrémités posent sur

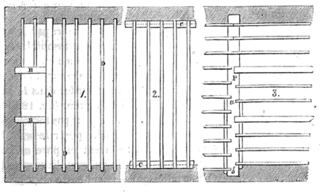


Fig. 188.

deux murs opposés, ou sur un mur et un pan de bois, ou sur deux pans de bois. Les planchers construits généralement en France se composent de poutres, de solives, de solives d'enchevêtrure, de chevêtres, de lambourdes, d'étrésillons, de linçoirs et de liernes.

Nous avons déjà dit que les *solives* étaient des pièces de bois plus hautes que larges et qui étaient posées horizontalement à quelque distance les unes des autres.

Quand on veut établir un plancher dans un espace trop étendu (de plus de 6 mètres de longueur par exemple), pour n'employer que des solives, on a recours à la *poutre* (P, 3), la plus grosse pièce de charpente. On ne doit jamais poser les extrémités des poutres sur un vide ou un point d'appui faible. La poutre reçoit les bouts des solives *a* et a un très-grand poids à soutenir. Sa hauteur ou épaisseur verticale doit toujours avoir la dix-huitième partie de sa portée ou longueur dans œuvre.

Les *solives d'enchevêtrure* (A, 1) sont les pièces toujours portées et scellées de 22 à 24 centimètres dans les murs. Elles soutiennent les jambages des cheminées ou petits murs élevés de chaque côté d'une cheminée pour en porter le manteau. Elles soutiennent aussi la maçonnerie des âtres, à l'aide des bandes de trémie et enfin l'assemblage des chevêtres et des linçoirs.

Le *chevêtre* B est une pièce qui s'assemble dans les solives d'enchevêtrure, au-devant des âtres et qui reçoit par assemblage un des bouts des solives de remplissage.

Les *lambourdes* (C, 2) sont scellées dans les murs par les extrémités; elles portent les solives avec ou sans assemblage, et sont soutenues volontiers par dessous, de distance en distance, par des corbeaux de fer entaillés de leur épaisseur. Pour une plus grande solidité, on encastre les lambourdes dans le mur de la moitié de leur largeur (fig. 189).

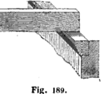


Fig. 189.

Cependant on ne se sert pas toujours de lambourdes pour faire poser le bout des solives dessus : souvent on pose ce bout sur la maçonnerie qui remplit ensuite les intervalles que laissent entre elles les solives. Les planchers dans lesquels les so-

lives sont portées ou même assemblées sur des lambourdes sont préférables à ceux où elles ne sont que scellées dans les murs, parce que dans les premiers elles se trouvent plus solidement réunies. Ces espèces de solives procurent encore aux planchers une plus grande solidité que les linçoirs isolés des murs, qu'on leur a substitués, et qui ne sont soutenus que par des tenons, de même que les solives qu'ils doivent porter.

L'épaisseur verticale des lambourdes peut être égale à une fois et demie celle des solives ordinaires, et leur épaisseur à une fois. Ainsi pour un plancher de $4^m,50$ dans œuvre, dont les solives devraient avoir 19 centimètres de hauteur ou d'épaisseur verticale, celle des lambourdes serait de 28 centimètres sur 19 centimètres de largeur. La manière la plus solide d'assembler les solives avec les lambourdes est celle dite à queue d'aronde.

Les *étrésillons* sont des morceaux de bois que l'on fait entrer d'équerre dans l'espace vide qui se trouve entre les solives pour les empêcher de fléchir séparément et quand elles sont d'une grande longueur pour les maintenir aussi dans leur position horizontale. On ne les emploie que lorsque les planchers ont une certaine étendue. Sans cela leur usage n'est jamais superflu. On les place ordinairement sur l'axe des chevêtres ou bien encore entre deux fortes solives d'enchevêtrure.

Les *linçoirs* sont placés à 13 ou 16 centimètres des murs et entaillés de mortaises pour recevoir les solives de toute portée ou de remplissage et éviter les porte-à-faux, afin de décharger suivant le besoin les murs de face qui sont toujours percés par des ouvertures de fenêtres ou de portes. On les place aussi le long des tuyaux de cheminées. Mais lorsque le passage des tuyaux de cheminées ou la place des âtres se trouvent trop resserrés pour faire usage des chevêtres de bois, on les remplace par des chevêtres de fer, sur lesquels on appuie les solives boiteuses ou les faux-chevêtres.

Les *liernes* (fig. 190) sont des pièces de bois qu'on pose sur les solives d'une grande portée, afin de les lier l'une à l'autre. Ces pièces de bois ont 4, 5 à 7 mètres de longueur, et sont posées en

Fig. 190.

travers au-dessus des solives; elles sont entaillées de la moitié de leur épaisseur, au droit de chacune, ensuite arrêtées par des boulons en fer passant au travers de la solive avec un bouton par dessous et une clavette par dessus, ou par des chevilles en bois ou en fer. Il ne faut pas confondre les liernes des planchers avec les liernes des combles dont il sera parlé plus loin.

L'espace à donner aux poutres (P 3) est ordinairement de 3 à 4 mètres et leur scellement (b 3) dans les murs doit être de 25 centimètres au moins. Une bonne précaution à prendre serait de passer plusieurs couches de goudron sur la partie des poutres qui doit être scellée dans le mur. Afin d'augmenter la résistance des poutres, et pour prévenir en même temps l'écartement des murs, on adapte horizontalement à la poutre une pièce de fer carrée ou méplate de 95 centimètres de longueur qui traverse le mur et fixe une barre de fer posée verticalement dans un œil et qu'on nomme ancre.

On a employé plusieurs moyens d'assemblage de solives avec les poutres, soit par des entailles à mi-bois, soit par une entaille dans la poutre, de toute la hauteur de la solive; mais le meilleur assemblage et celui qui est généralement pratiqué, c'est d'assembler les solives dans des lambourdes accollées (3) aux deux côtés des poutres et reliées avec elles au moyen de boulons et d'étriers en fer (fig. 191). Ce dernier arrangement est préférable sous tous les rapports, et procure encore l'avantage de pouvoir réduire la force des poutres. Ainsi, par exemple, pour un plancher qui exigerait une poutre de $7^{m},80$ de longueur, au lieu de se servir d'une poutre de 48 centimètres sur 38, il suffira d'employer une poutre de 35 centimètres de grosseur, en y appliquant des lambourdes de 27 centimètres de hauteur sur 16 centim. de largeur, qui seraient portées dans les murs et reliées comme nous l'avons dit plus haut. En coupe la superficie de la première poutre donne 1824 centimètres (48×38) et la seconde avec l'addition des deux lambourdes donne 2089 centim. ($35 \times 35 = 1225 + 27 \times 16 = 432$ deux fois $= 2089$).

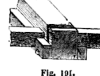


Fig. 191.

Des poutres armées.

Lorsqu'on n'a pas de poutres assez fortes pour soutenir les solives, on les fortifie par des pièces d'assemblage appelées *armatures.* Les bois d'une grande dimension sont souvent rares, par moments fort chers, et en général d'une qualité moins sûre que les bois de moyenne grosseur, en raison du grand âge des arbres. On a donc imaginé d'y suppléer, dans les constructions, au moyen d'armatures qui réunissent la solidité et l'économie. Ce n'est cependant que depuis le milieu du dix-septième siècle que les poutres armées ont été combinées. Le meilleur moyen de renforcer une poutre trop faible, c'est d'employer l'assemblage dit à crémaillère, dont les lignes obliques se dirigent vers le haut et le milieu de la pièce. Ce système consiste en entailles ainsi que le montre la figure 192,

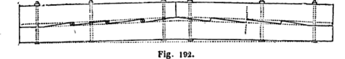


Fig. 192.

en coins carrés qu'on chasse entre les deux pièces et qu'on serre au moyen de boulons.

On peut encore adosser sur leurs longues faces deux pièces de bois qu'on boulonne et auxquelles on pratique des brides ou colliers en fer, à vis et écrou.

En superposant deux pièces de bois, on peut introduire dans leur joint des coins inclinés en bois afin d'assujettir la pièce du dessus; ensuite on boulonnera à écrou verticalement les pièces (fig. 194).

Dans ce dernier système ainsi que dans celui à crémaillère, on peut former la partie inférieure de plusieurs pièces de bois, si l'on n'en a pas deux de dimension suffisante et disposées comme l'indique la figure 193.

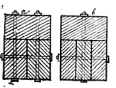


Fig. 193.

Voici la manière de former une poutre armée :

Lorsqu'on a déterminé la dimension

de la poutre proportionnellement à la charge qu'elle doit porter, il faut donner aux deux pièces à assembler, 6/10 à chacune de la hauteur totale. La pièce inférieure aura au milieu 6/10 et aux extrémités 5/10 de hauteur. Sur sa face horizontale inférieure on lui donnera une concavité (un cintre) de 1/60 de la longueur dans le vide. Ensuite on tracera sur la face verticale une ligne parallèle à 1/10 de distance de l'arête supérieure. C'est dans cet espace qu'on fera la division des entailles de la crémaillère. Ces entailles auront pour distance les unes des autres la hauteur environ de la poutre armée, et elles doivent se tourner d'équerre sur la face supérieure et la ligne parallèle tracée dont il a été parlé plus haut. Alors on tracera les longues lignes de la crémaillère d'une division à l'autre, obliquement ainsi que l'indique la fig. 192. La dernière division de la crémaillère au lieu d'être oblique sera horizontale, en sorte que la pièce inférieure n'aura aux extrémités que 4/10 de la hauteur. Ensuite cette division inférieure sera reportée très-exactement sur la pièce qui doit être placée au-dessus de la première, de telle sorte que toutes les parties se juxtaposent, et que le milieu de la pièce supérieure ait 4/10, aux extrémités 6/10 de la hauteur totale. Ensuite on assujettira les pièces entre elles par des boulons à écroux, ainsi que le montre la fig. 192. Le nombre des boulons sera déterminé par la longueur de la poutre. Comme la charge de la pièce supérieure exerce une forte pression sur les dents de la crémaillère et que la juxtaposition est assez difficile à obtenir d'une manière absolue, on se sert comme l'indique la partie gauche de la fig. 192, de

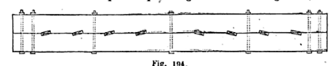


Fig. 194.

coins en bois placés à l'extrémité des entailles. Ces coins seront chassés avant la pose des boulons. Comme dans toutes les poutres armées les 2/10 de la hauteur se perdent par la façon, on peut encore armer une poutre en juxtaposant des pièces de charpente les unes sur les autres. Alors on chasse dans les joints de distance en distance des coins en bois afin

d'assujettir la pièce supérieure, et puis on garnit la poutre de boulons comme l'indique la figure 194.

Le travail de l'armature des poutres doit être fait avec soin et une grande précision, afin d'éviter de fausses coupes et par conséquent la perte de bois.

Dans la pose de la charpente des planchers, il faut apporter un soin tout particulier à ce que toutes les pièces soient bien de niveau ou dans un même plan horizontal à leur extrémité supérieure. Cela se vérifie au moyen d'une longue règle bien droite et d'un niveau posé dessus. La règle doit être employée sur champ dans cette opération, présentée longitudinalement dans les deux sens, et il faut que toutes les faces supérieures touchent le bas de la règle. Il faut aussi que les pièces de charpente de planchers posent bien verticalement sur leur axe, pour ne pas diminuer leur solidité et ne pas offrir d'inconvénients lors de la pose du plancher ou parquet en menuiserie. Le constructeur doit donc être présent à la pose de la charpente des planchers et surveiller à ce que chaque pièce de bois reçoive sa position et sa place normales. Par là, on évitera des embarras et des frais futurs; car il en coûte toujours pour obvier à des fautes commises ou au défaut de soins.

La fig. 195 représente la coupe du plancher de la chambre des notaires, établi en 1840 par M. Lahure, architecte.

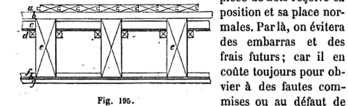


Fig. 195.

a Sont les frises du plancher de menuiserie.
b Les lambourdes.
c L'aire de l'entrevous.
d Les tasseaux pour supporter le lattis.
e Les solives.
f L'aire en plâtre inférieure.
h Le lattis du plafond.
g L'enduit du plafond.

Des pans de bois.

Après les planchers, viennent d'autres assemblages de charpente qu'il est important de bien connaître. Nous avons dit

que les planchers présentaient des portions de construction horizontales; il s'agit maintenant d'étudier la combinaison des pans de bois, qui s'élèvent verticalement et plus particulièrement dans l'intérieur des bâtiments. Les pans de bois peuvent être placés sur des murs, ou les uns sur les autres.

Mais il faut éviter autant que possible ce qu'on nomme porter à faux, ce qui veut dire avoir le vide dessous, et ne porter que sur des points d'appui aux extrémités des pans de bois. Quand la partie d'un pan de bois n'est pas étendue, on pratique quelquefois le porte à faux; dans ce cas il faut employer des précautions dont nous parlerons plus bas.

Le pan de bois est destiné à remplacer un mur en maçonnerie quelconque. Il peut aussi servir à séparer des espaces ou des pièces : il peut dans certains cas ne pas faire partie nécessaire de l'organisme architectonique et n'avoir d'utilité que pour amortir la sonorité, empêcher d'entendre et de distinguer ce qui se dit et se fait dans deux pièces voisines, ce qui n'a pas lieu quand on emploie une séparation plus légère qu'on nomme cloison et dont nous parlerons plus loin.

L'emploi des pans de bois dans l'intérieur n'exclue pas leur emploi à l'extérieur. On les utilise pour la construction des dépendances d'une maison d'habitation. On les emploie aussi dans les villes pour les façades des maisons donnant sur les cours, pour de petites ailes de peu d'importance; mais dans les contrées du Nord où le froid est rigoureux, il est convenable de ne pas les employer pour limiter une chambre à coucher. Le pan de bois qui n'est pas épais laisse plus facilement pénétrer le froid et la gelée qu'un mur d'une épaisseur moyenne.

Les pans de bois et les cloisons n'ont pas de stabilité par eux-mêmes à cause de leur peu d'épaisseur, et ils ne se soutiendraient pas s'ils étaient isolés. Ils ont donc besoin d'être reliés avec les murs ou cloisons en retour et par les planchers, tandis qu'un mur se soutient seul.

Le système des pans de bois consiste dans un assemblage de pièces de charpente formant un grillage. Leur distribution la plus ordinaire est celle dite à claire voie. Les vides que les pièces laissent entre elles, sont ensuite remplis de maçonnerie de petits moellons, de briques ou de plâtre. Il faut que

cette maçonnerie soit faite avec grand soin, afin de procurer à l'ouvrage la fermeté d'un mur formé de poteaux jointifs ou poteaux assemblés et posés les uns à côté des autres.

A défaut d'autres matériaux, on peut aussi se servir pour remplir les vides entre les pièces d'un pan de bois, de terre glaise, ou de toute matière quelconque employée dans les pays où l'on bâtit. La maçonnerie de peu d'épaisseur ou la terre glaise est maintenue entre deux lattis, ou lattes clouées sur champ et horizontalement, les unes sur les autres, sur les bois verticaux, obliques ou horizontaux. Ensuite le tout est recouvert d'un enduit quelconque en usage dans la contrée où s'exécute le pan de bois. On peut y simuler des joints, y pratiquer des moulures et des corniches, et les traiter enfin, en fait de décoration, comme les murs uniquement en maçonnerie.

A première vue le pan de bois semble offrir une grande complication d'assemblage et de pièces de bois. Mais l'analyse le simplifiera aussitôt. En effet voici les pièces de charpente qui entrent dans la formation de l'espèce de grillage que forment les pans de bois fig. 196 :

1° Les *sablières*, *a*, *f*, pièces placées horizontalement, l'une en bas, l'autre en haut et dans lesquelles s'assemblent à tenons et mortaises les poteaux dont nous allons parler.

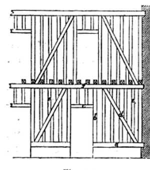


Fig. 196.

2° Les *poteaux* posés debout et espacés, en sorte que les vides soient égaux aux pleins. Parmi ces poteaux on en distingue de trois espèces : poteaux *corniers*, placés aux différents angles ou montant de fond dans l'élévation de plusieurs étages, là où les pans de bois de refend ou de distribution se rencontrent avec ceux de la façade. Les poteaux corniers forment encore le poteau d'angle, là où deux pans de bois font naître une encoignure. Il doit avoir 24 à 27 centimètres de grosseur sur ses faces; on donne encore la même dimension aux poteaux placés aux deux côtés d'une grande ouverture quelconque, for-

mant l'angle des trumeaux, dits *d'étrière*. — *b*, poteaux *d'huisserie*, ceux formant les baies ou ouvertures des portes et des fenêtres. Le mot huisserie vient du vieux mot français *huis*, c'est-à-dire *porte*. On donne aux poteaux d'huisserie de 19 à 22 centimètres de grosseur. — *e*, poteaux de *remplage* ou de remplissage, ceux qui remplissent le vide entre les poteaux corniers et les poteaux d'huisserie ; quand ils sont très-courts, ils prennent le nom de *potelets*.

3° Les *décharges*, *d*, pièces inclinées obliquement, dont l'inclinaison dépasse trois fois leur épaisseur; quand cette inclinaison n'est que de deux ou trois fois leur épaisseur, ces pièces sont nommées *guettes*. Ces bois obliques sont destinés à obvier aux inconvénients qui peuvent résulter du relâchement des assemblages, causé par le desséchement des bois. On comprendra aisément la résistance qu'offrent ces bois inclinés et qui empêchent les rectangles du grillage de charpente de devenir des parallélogrammes.

4° Les *tournisses*, pièces placées verticalement dans les vides que laissent les décharges et les guettes; la tournisse est taillée obliquement soit en haut soit en bas, suivant sa position au-dessus et au-dessous des guettes ou des décharges; les tournisses sont assemblées dans les sablières hautes et basses.

5° Les *croix de Saint-André*, pièces en croix ainsi que l'indique leur nom, entaillées à mi-bois à l'endroit où elles se croisent. Ces pièces sont quelquefois employées, au lieu de décharges ou de guettes, pour fortifier les trumeaux d'encoignure : elles doivent être assemblées à tenon dans les sablières.

6° Les *linteaux*, *c*, pièces de bois posées horizontalement entre deux poteaux d'huisserie et formant le dessus d'une ouverture de porte; les poteaux et le linteau ensemble se nomment *huisserie*.

7° Les *appuis de fenêtres*, pièces placées horizontalement entre deux poteaux et formant le bas des ouvertures de fenêtres.

Quand le dessus des linteaux des portes et fenêtres et le dessous des appuis de fenêtre sont garnis de petits poteaux de remplissage, ils sont nommés *potelets*.

Si par une disposition donnée et obligée un ou plusieurs *pleins*, appelés trumeaux, se trouvent correspondre verticale-

ment dans l'élévation du bâtiment, sur le milieu ou vide d'une grande ouverture pratiquée au rez-de-chaussée, il est nécessaire de venir au secours de la sablière du haut ou poitrail surtout dans le cas où le pan de bois porterait planchers, par un système de décharges, par une petite sablière et deux décharges.

Toutes les pièces qui composent un pan de bois ou une cloison de charpente, doivent être assemblées à tenons et mortaises, entrées de force et chevillées. Pour les décharges et autres pièces de bois obliques, on coupe le bout du tenon et des épaulements du côté de l'angle aigu. Ainsi façonné, on l'appelle *tenon en about*. La partie des tournisses, coupée obliquement, s'assemble avec les décharges par des tenons triangulaires, nommés à *tournisses* ou *oulices*, dont le bout est coupé carrément. Cet assemblage se fait généralement en ce qu'on nomme *fausse coupe* ou joint d'assemblage qui n'est coupé d'équerre ni en onglet. On se contente quelquefois de couper les tournisses obliquement, et de les arrêter contre les décharges avec de grands clous, appelés *dents de loup*, ou enfin avec des chevillettes.

Il faut avoir soin de surveiller la pose des tournisses, parce que les charpentiers n'emploient souvent que les rebuts de chantiers et les plus mauvais bois, qu'ils font payer comme s'ils étaient bons et bien assemblés. On fera donc bien d'examiner les tournisses avant même leur pose.

Rondelet dit qu'un pan de bois élevé sur un poitrail, audessus de grandes ouvertures pour magasins ou portes cochères, doit avoir pour épaisseur verticale le douzième de la largeur de ces ouvertures; ainsi, par exemple, pour une ouverture qui aurait $2^m,30$, le pan de bois aurait 19 centimètres, pour une ouverture de 3 mètres, 25 centimètres.

Pour les cloisons intérieures portant plancher, les poteaux d'aplomb doivent avoir pour épaisseur le douzième de leur hauteur. Les décharges et les sablières auront $0^m,028$ de plus en largeur et en épaisseur. Quant aux pans de bois servant de séparation, n'ayant pas besoin de monter de fond, ils n'exigent pas du bois aussi fort, et la moitié des épaisseurs précédentes leur suffira. Et pour plus de légèreté, au lieu de les hourder, comme il est d'usage de le faire, on les laisse

creux, et l'on se contente de les latter et enduire par dessus.

On ne doit jamais, dans aucun cas, placer un pan de bois au rez-de-chaussée sur le sol. Il est convenable de le faire poser sur un socle soit en pierres de taille, formant parpaings, soit en briques de 50 à 80 centimètres d'élévation.

On peut poser les pans de bois de séparation à volonté; il est cependant nécessaire de prendre des précautions dans la disposition de la charpente d'un plancher, quand les pans de bois ne peuvent pas être mis en travers sur les solives, afin que chacune d'elles porte sa part. Lorsqu'un pan de bois doit être posé suivant la longueur des solives, il est à propos de le tenir aussi léger que possible, d'y placer des décharges qui rejettent une partie de son poids vers ses extrémités latérales ou sur les murs. Il convient de poser une solive d'une plus forte dimension que les autres sous la sablière dite de chambrée, et même de faire porter le pan de bois, quand cela se peut, sur trois solives, par le moyen de barres de fer qui unissent ensemble les deux solives les plus rapprochées, avec celle qui est particulièrement chargée du pan de bois. Quelquefois, pour soulager la solive souffrante, on met encore des tirants dans l'épaisseur du pan de bois, qui l'embrassent et vont s'attacher sur les décharges.

Il y a un soin tout particulier à apporter à la disposition et à la pose de la sablière basse, celle qui pose au rez-de-chaussée directement sur un socle en maçonnerie. Ce soin s'applique surtout à cette sablière quand on laisse les bois du pan de bois apparents. Si la sablière est en chêne, il faut la disposer de manière à ce que le cœur du bois fasse le côté posant sur le socle. Il y a ensuite à aviser aux moyens pour que l'eau qui pourrait s'introduire dans les mortaises recevant les tenons des décharges et des poteaux n'y puisse séjourner, afin d'empêcher la pourriture ou détérioration du bois. On a donc eu en Allemagne l'idée de creuser la mortaise un peu plus profondément que le tenon qui doit s'y adapter, et du fond de la mortaise on a pratiqué un petit trou circulaire et oblique qui laisse écouler l'eau à l'extérieur ainsi que le montre la fig. 197.

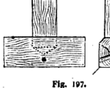


Fig. 197.

Nous avons dit qu'il fallait éviter autant que possible de poser des pans de bois en porte-à-faux ou sur le vide. Cela compromet d'abord la solidité et fait souvent fléchir le plancher et par contre gercer ou même fendre le plafond qui est en dessous. Il y a cependant des cas où l'on est forcé de se servir de pans de bois en porte-à-faux. Cela peut se pratiquer dans des dépendances, où, au premier étage, on désire faire des distributions qui n'existent pas au rez-de-chaussée. Pour des espaces de moyenne étendue on peut se servir de la disposition qu'indique la fig. 198. On comprendra aisément la fonction des décharges *b* ou deux pièces posées obliquement et qui servent à déverser une partie du poids du pan de bois sur les extrémités des appuis fermes. Dans notre figure il s'agit d'un pan de bois plein, sans ouvertures; il faut que les décharges soient posées le moins obliquement possible, il faut profiter de toute la hauteur du poteau *c* sur lequel elles viennent s'assembler. Nous ferons remarquer que dans un pan de bois à porte-à-faux les tournisses ne doivent pas s'assembler à tenons avec les sablières et les décharges, on les cloue simplement sur ces dernières et l'on emploie des traverses, combinées ainsi que l'exprime la fig. 198. *a*, *e*, sont les sablières haute et basse, *c* le poteau, *b* les décharges, *d* et *f* les pièces de remplissage.

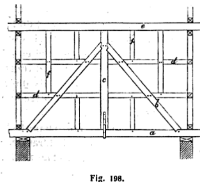


Fig. 198.

Quand l'espace où l'on veut placer un pan de bois en porte à faux est d'une certaine étendue et doit avoir une porte au milieu, on emploie deux poteaux ainsi que l'indique la fig. 199, et qu'on peut nommer flottants ou suspendus. Alors il faut placer le faux linteau entre les deux poteaux, lesquels seront en partie soutenus en l'air par les décharges. Les poteaux

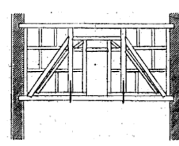


Fig. 199.

d'huisserie s'assembleront dans le faux linteau et seront également soutenus par les décharges, qui poseront sur une seconde sablière. Les poteaux d'huisserie poseront sur la principale sablière, et avec eux s'assembleront à tenons et mortaises les deux bouts de la seconde sablière.

Dans les deux cas que nous venons de supposer, il faut consolider la sablière (ou poutre) avec les poteaux verticaux au moyen de deux morceaux de fer plat fixés sur les poteaux et dont l'extrémité inférieure à vis et écrou maintiendra un morceau de fer transversal qui soulagera le poids de la solive et pratiqué de la manière que l'indique la fig. 200.

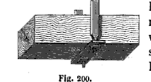


Fig. 200.

Quand un pan de bois en porte-à-faux doit traverser deux étages, fig. 201, on peut l'établir de la manière suivante : de la poutre A et de son extrémité, on pose la décharge C, qui aboutit au niveau du linteau d'huisserie J et au poteau d'huisserie B, du second étage. De la même extrémité, on conduit la décharge E au linteau du bas. Les pieds

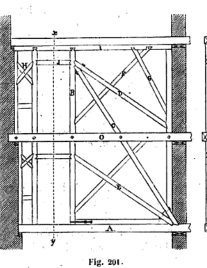


Fig. 201.

de ces deux décharges seront assujettis au moyen d'un coin et d'un boulon à écrou, ainsi qu'on le voit dans la fig. 202. Au second étage, on place la décharge D qui se dirige obliquement du pied du poteau d'angle au linteau d'huisserie J, et fixée en position inverse comme le pied des décharges E et C. Les pièces de charpente de ce porte-à-faux, sont moisées au moyen de deux solives O boulonnées et qui en forment un ensemble solide, ainsi qu'on en a fait l'expérience en Allemagne et en Angleterre. La sablière supérieure I est de plus encore soutenue par la décharge G, en sorte qu'au moyen de la pièce oblique F le poteau d'huisserie B est étayé. Enfin l'écartement de toutes les pièces obliques et verticales est maintenu par les moises O, ainsi que l'indique encore mieux notre figure en élévation et en coupe.

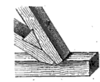



Fig 202.

La coupe sur la ligne x y est représentée à la droite de notre figure.

Nous parlerons des cloisons lorsque nous nous occuperons de la menuiserie.

Des Combles.

La dénomination des combles dépend de leur forme extérieure. On les divise généralement en deux espèces : 1° en combles à surfaces (pans, égouts, versants et rampants) planes, 2° en combles à surfaces courbes ou circulaires.

Dans la première espèce sont encore compris ce qu'on nomme *combles simples, combles brisés* ou à la *Mansart,* fig. 207, et *combles à la figure pyramidale.* Nous nous occuperons principalement des combles à surfaces planes dans cet ouvrage, parce qu'ils sont d'un usage plus général dans les constructions particulières.

On nomme *appentis* le comble qui n'a qu'une surface ou qu'un égout. Cette espèce de comble est spécialement employé pour la couverture de hangars ou autres moyens bâtiments appuyés ou adossés contre des murs isolés ou non; fig. 203.

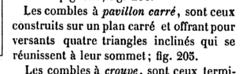


Fig. 203.



Fig. 204.

Les *combles à deux surfaces* planes ou rampants opposés, sont ceux qui ont deux versants inclinés en sens contraire, formant un angle au sommet et dont les extrémités se terminent par des murs triangulaires, nommés pignons; fig. 204.

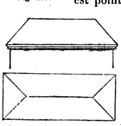


Les combles à *pavillon carré*, sont ceux construits sur un plan carré et offrant pour versants quatre triangles inclinés qui se réunissent à leur sommet; fig. 205.

Fig. 205.

Les combles à *croupe*, sont ceux terminés sur un ou sur les deux petits côtés par des pentes triangulaires au lieu de pignons. Ces combles sont surtout en usage pour les bâtiments isolés et plus particulièrement pour les maisons de campagne; fig. 206.

Quand l'espace à couvrir a peu de longueur, les pièces de charpente parallèles à cette longueur, c'est-à-dire le faîtage et les pannes, sont simplement portés par les pignons. Mais il n'en est point ainsi si la longueur à couvrir a plus de 4 à 5 mètres d'étendue; dans ce cas on exécute les combles par travées, et l'assemblage des bois placés en travers du bâtiment ou d'équerre sur sa façade est nommé *ferme.* Ces fermes sont destinées à tenir lieu de pignons.



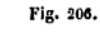


Fig. 206.

La distance comprise entre deux fermes, ou d'une ferme à l'autre, est nommée travée. Cette distance n'est jamais moins de 3 mètres et jamais plus de 4.

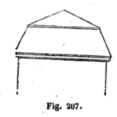


Fig. 207.

Dans le cas où les fermes de charpente n'auraient pas beaucoup de portée ou de largeur transversale, elles peuvent être formées avec trois pièces de bois seulement, une horizontale, nommée *entrait*, et des autres *obliques* ou inclinées appelées *arbalétriers*. Ces deux dernières sont as-

semblées à l'extrémité de la première de manière à former un triangle isocèle. C'est surtout dans le midi de l'Europe que cette sorte de ferme est employée. Les arbalétriers de ces fermes sont assemblés comme nous l'avons dit, par le bas dans les bouts de l'entrait, par des entailles en crémaillère et retenus par des liens en fer qui, placés perpendiculairement à la pente des arbalétriers, les fixent d'une manière invariable, ainsi qu'on le voit fig. 208. Au sommet, ces arbalétriers se réunissent pour former la pointe du comble et se raccordent par un joint à plomb. Quelquefois on les fixe par une espèce de clef entaillée dans les deux pièces et chevillée. Souvent les arbalétriers ne sont réunis que par des entailles à mi-bois arrêtées avec une cheville fig. 209.

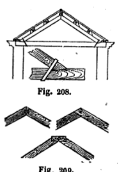

Fig. 208.

Fig. 209.

Lorsque ces fermes ont une certaine dimension, on les fortifie à l'intérieur par une armature composée de trois pièces de charpente, fig. 210, dont deux doublent les arbalétriers jusqu'aux deux tiers, mais en partant du pied, et une autre en forme d'entrait, placée horizontalement, pour les contre-buter, comme on le voit dans la figure.

Fig. 210.

Chaque ferme en charpente se compose des pièces suivantes, fig. 211 :

1° D'un *entrait* ou *tirant* A posé horizontalement sur deux points d'appuis ou murs et dans lequel sont assemblés deux pièces obliques nommées arbalétriers ;

2° De deux *arbalétriers* ou fortes pièces inclinées *a a* servant à porter quelques-unes des diverses pièces formant le comble ;

3° D'un second entrait AA', dit *faux* ou *retroussé*, placé paral-

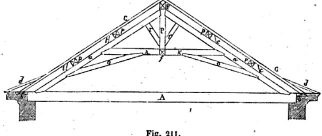


Fig. 211.

lèlement au premier ou grand entrait et assemblé dans les arbalétriers, qu'il empêche de fléchir;

4° D'un *poinçon* P, dans lequel s'assemblent les arbalétriers et qui prévient la flexion du faux-entrait;

5° De *contre-fiches r r*, assemblées dans le poinçon et d'équerre dans les arbalétriers pour les roidir;

6° D'*aisseliers o o* destinés à fortifier le faux-entrait.

La ferme ainsi combinée est destinée à porter d'autres pièces comme :

1° Le *sous-faîte f*, assemblé dans les faux-entraits et qui concourt à maintenir la stabilité des fermes;

2° Le *faîtage* F, pièce la plus élevée de tout le comble et qui règne aussi dans toute sa longueur; il est assemblé dans les poinçons et ses extrémités posent sur les murs de pignons. Dans le cas où le faîtage viendrait aboutir à des pignons renfermant des tuyaux de cheminées, au lieu de l'y encastrer par ses extrémités, ce qui pourrait amener des incendies, on le fait porter sur un chevalet dont le pied est soutenu sur une espèce de *semelle*, ordinairement posée en travers sur les *pannes*;

3° Les *pannes p p*, pièces horizontales et longitudinales, portées par les arbalétriers et qui s'appuient comme le faîtage, à leurs extrémités, sur les murs de pignon. Les pannes sont destinées à soutenir et à fortifier d'autres pièces posées obliquement et nommées chevrons;

4° Les *chevrons* C C, posés sur les pannes et le faîtage et sur lesquels se clouent les lattes destinées à recevoir les tuiles ou

les voliges des couvertures en ardoises. Les chevrons se chevillent sur le faîtage ;

5° La *sablière* ou *plate-forme b*, qui se pose en longueur sur les murs de face ; l'épaisseur de cette pièce est toujours moindre que sa largeur : elle est destinée à recevoir le pied des chevrons. On peut cependant la faire reposer sur les extrémités des entraits ou tirants. Les chevrons y sont posés dans ce qu'on nomme des pas qui y sont entaillés par embrèvement pour les empêcher de glisser.

Dans le cas où les murs ont une forte épaisseur, et pour éviter un tassement inégal que pourraient exercer sur l'entablement les pièces *d d* nommées *coyaux*, on pose une plate-forme double, formée de deux pièces dont celle de l'intérieur reçoit le pied des chevrons et dont celle de l'extérieur supporte les coyaux ;

6° Les *entretoises* sont de petites pièces placées d'équerre sur les façades ou en travers des murs sur les doubles plates-formes pour les entretenir, les assujettir ou les relier, afin de prévenir leur écartement ;

7° Les *blochets*, pièces horizontales de peu de longueur, mais d'un équarrissage assez fort et qui, dans les combles où l'on veut gagner de l'élévation, remplacent l'entrait. Ces pièces reçoivent le pied des arbalétriers et des arêtiers, quand ceux-ci aboutissent à des angles. Ils sont posés sur le sommet des murs ou sur des sablières en plates-formes avec lesquelles ils sont assemblés ainsi qu'avec les jambes de force, comme l'explique la fig. 220 ;

8° Les *coyaux* dont nous avons déjà parlé sont de petits chevrons qui posent par leur extrémité supérieure sur les chevrons et par en bas sur la double plate-forme ou sur l'entablement du bâtiment ; ils sont destinés à rejeter les eaux pluviales au-delà du mur, soit qu'il y ait une gouttière ou non. Les coyaux ne sont employés que dans les cas où les combles auraient beaucoup de pente, et lorsque les chevrons sont posés sur la sablière ;

9° La *chanlatte* est une petite pièce de bois triangulaire en coupe posée sur l'entablement du bâtiment et sur le pied des coyaux et destinée à recevoir les premières tuiles ou ardoises,

afin de rejeter aussi les eaux pluviales au-delà du pied du mur;

10° Les *tasseaux t, t, c, c,* ou chantignolles, petits morceaux de bois ayant en profil la forme d'un trapèze, assemblés ou fixés par des boulons ou de gros clous sur l'épaisseur des arbalétriers et destinés à supporter les pannes. Le tasseau est coupé carrément en haut et en bas, tandis que la chantignolle est coupée carrément en haut, en biais ou en biseau par en bas.

On nomme combles formant croupe, les combles qui, au lieu de se terminer par des pignons, se terminent par des pentes triangulaires, fig. 206, formant égout ou rampant. Les pentes triangulaires se nomment croupes; de là le nom des combles où il y en a de pratiquées. Dans cette espèce de combles les grandes faces parallèles à la longueur du bâtiment sont nommées longs pans, et les angles formés par la rencontre des croupes et des longs pans, se nomment angles d'arêtiers.

Comme les croupes n'ont qu'une pente, elles représentent une moitié de ferme, et en profil la croupe a quelque analogie avec l'appentis, sauf qu'elle est aiguë au sommet, ce que n'est pas ce dernier.

Dans les croupes qui ne sont généralement que des moitiés de fermes, les pièces qui remplissent les fonctions d'entraits ou de tirants sont nommées demi-entraits.

Le demi-entrait se trouve placé au niveau des entraits entiers et dans l'axe de prolongement du faîtage. Il s'assemble dans l'entrait de la ferme la plus rapprochée des longs pans, et se pose par l'extrémité opposée sur le mur latéral du bâtiment qui formerait le pied du pignon triangulaire si le comble était sans croupe. Les entraits placés dans l'axe des arêtiers peuvent, comme le précédent, s'assembler dans l'entrait; mais il vaut mieux encore les faire poser sur des pièces nommées *goussets*. Les goussets sont des pièces placées en diagonale qui s'assemblent dans l'entrait et le demi-entrait. Au moyen des goussets, l'entrait se trouve moins affaibli par les assemblages qui, dans l'hypothèse dont il s'agit, aboutiraient en un seul et même point. On peut aussi placer des goussets dans les angles extérieurs de la croupe.

On ne nomme pas chevrons les petites pièces posées obliquement sur les croupes et sur lesquelles on cloue la volige ou

la latte pour recevoir les ardoises ou les tuiles. Ces petites pièces, de différentes longueurs, sont nommées *empanons.* Elles sont posées et s'assemblent sur l'arêtier, et leur pied pose sur les sablières ou plates-formes pratiquées au sommet du mur latéral. L'empanon du centre, au milieu de la croupe, s'assemble par son sommet dans le poinçon et par le bas dans un pas taillé dans la plate-forme. Les empanons doivent tous ensemble ne former qu'une surface plane triangulaire.

L'inclinaison des combles est en général assez arbitraire et le goût seul peut en déterminer le plus ou le moins de degré. Du plus ou du moins d'inclinaison des combles, résulte naturellement leur élévation ou hauteur. Dans les pays méridionaux la pente peut être faible ou moyenne; mais dans les contrées septentrionales, où les pluies et les neiges sont abondantes et en permanence pendant une bonne partie de l'année, la hauteur des toits doit être plus considérable que dans le sud.

De quelque manière que les combles soient couverts, en ardoises ou en tuiles, ils ne doivent pas avoir besoin de plus de force qu'un plancher de même superficie de base, parce que la charge que portent les combles est distribuée uniformément dans toute leur superficie, tandis que celle des planchers est souvent inégale et qu'ils éprouvent quelquefois des chocs et des ébranlements auxquels les combles ne sont jamais exposés. Si les bois des combles n'étaient pas sujets à se tourmenter à cause des variations de la température de l'air, il suffirait souvent de trois pièces de bois pour former une ferme solide.

On peut donner pour élévation à un comble le tiers de la largeur extérieure d'un bâtiment. Soit cette largeur de 10 mètres, la hauteur du comble sera de $3^{m},33$. Un comble de cette élévation est dit d'un tiers de pente : le rampant, à l'extrémité, formera avec une ligne de niveau ou le dessus de l'entrait, un angle de 34 degrés, et l'étendue superficielle d'un tel comble sera de 1/5 de plus que la surface de sa projection horizontale. Si l'on donne pour hauteur au comble un quart de sa base, l'inclinaison sera de 27 degrés seulement. Cette proportion est très en usage dans les pays méridionaux. Si l'on donne à l'inclinaison du versant 45 degrés ou la moitié d'un angle droit qui en a 90, sa superficie sera égale à 7/5 de sa base. Supposez

que la largeur d'un bâtiment est de $5^{m},50$: la longueur à recouvrir sera de $2^{m},75$ et le versant mesurera $3^{m},85$. Une inclinaison de 60 degrés donne double de superficie de sa projection. La dépense augmente aussi, comme il s'ensuit, avec le plus de pente du toit, et le cube de bois de la charpente augmente naturellement aussi en raison de l'élévation du comble, par la nécessité de donner alors plus de force aux assemblages ainsi qu'aux diverses pièces qui les forment afin de résister convenablement à l'action des vents.

Dans l'ensemble de la construction il n'y a aucun objet qui mérite plus l'attention du constructeur que la toiture. Il y a de grandes précautions à prendre pour que la charpente de la couverture ne soit ni trop pesante ni trop légère : ces deux extrêmes doivent être évités avec le plus grand soin. Néanmoins une charpente trop massive est préférable dans tous les cas à un comble trop léger. Car la charpente de couronnement n'est pas seulement destinée à couvrir le bâtiment pour le garantir des intempéries de l'air, mais elle est encore destinée à exercer une certaine pression sur les murs, et à réunir en un ensemble toutes les portions d'une construction, afin de les maintenir dans leurs positions respectives. Or ce but ne peut être atteint si les pièces de charpente employées dans le comble sont de dimensions insuffisantes : cet extrême doit donc être évité. Toutefois, dans la pratique, l'erreur commune s'applique à l'autre extrême, à la trop forte dimension des bois de la charpente.

L'expérience de constructeurs habiles et pratiques a prouvé que, pour un bâtiment de moyenne longueur, le cube de bois d'un comble pouvait être évalué par mètre carré d'espace couvert à raison de $0^{m},090$ cubes de bois pour un comble couvert en *ardoises* de 45 degrés d'inclinaison : de $0^{m},105$ cubes de bois pour un comble couvert en *ardoises* de 60 degrés d'inclinaison.

Quant à la couverture en tuiles creuses posées à sec avec inclinaison de 18 à 21 degrés, on peut évaluer la charpente nécessaire à la soutenir de $0^{m},058$ à $0^{m},068$ cubes par mètre carré d'espace à couvrir. Ce cube de charpente sera de $0^{m},900$ cubes pour couverture à tuiles plates, inclinée à 45 degrés. Pour les tuiles creuses maçonnées sur des planches en bois, sur une obliquité de 18 à 21 degrés, le cube de la charpente sera

de $0^m,067$ à $0^m,720$ cubes de bois. Nous ferons remarquer que l'entrait, ou pièce principale d'une ferme de charpente, n'est pas compris dans les évaluations qui précèdent. Nous ferons encore remarquer que dans un comble à inclinaison de 45 degrés, la hauteur de la pente est égale à la moitié de la base : l'angle de son sommet sera un angle droit. Cette disposition, dite d'équerre, a été abandonnée dans les temps modernes. On y retourne cependant quelquefois, quand on adopte pour style d'architecture le style en usage du temps de Henri IV et de Louis XIII. Dans ce cas, on donne encore une élévation plus grande aux combles, nommés alors *surhaussés*. Ils ont l'inconvénient de pousser sur les murs et d'augmenter la dépense.

Depuis une vingtaine d'années la mode a ramené le style d'architecture du règne de Louis XIV et, avec ce style, les toits ou *combles brisés*, inventés par l'architecte Mansart, mort en 1666. Ces toits ou combles sont à deux rampants, mais à rampants ou égouts brisés ainsi que l'indique la fig. 212 qui représente ce comble en coupe. Les faces inférieures *at*, *bs*, forment le vrai comble et les faces supérieures, beaucoup plus petites, forment ce qu'on nomme le *faux comble*. L'arête horizontale qui accuse la brisure ou le changement d'inclinaison des deux pans, se nomme arête de brisure.

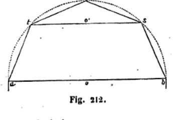


Fig. 212.

Le tracé de ces sortes de combles, dits à la Mansart, n'est en aucune manière arbitraire; il se fait au moyen de règles qui leur donnent l'élégance avec la solidité.

Voici une des trois manières de donner les proportions voulues à ces combles, fig. 212.

Tirez une ligne horizontale, portez-y avec le compas dans une proportion quelconque et relative, la largeur du bâtiment à couvrir; soit cette largeur *ab*. Divisez *ab* en deux parties égales, du milieu de *ab*, soit au point *o*, prenez avec votre compas *oa* ou *ob*, et, avec cette longueur, décrivez la demi-circonférence de cercle *arb*. Divisez cette demi-circonférence en

quatre parties égales *at*, *tr*, *rs*, et *sb*. Des points *t* et *s* tirez une parallèle à *ab* : cette parallèle sera le haut de l'entrait de la charpente à tracer. Pour la pente du versant inférieur tirez *at* et pour celle de l'autre côté tirez *sb*. Pour la pente du faux comble *trso'*, tirez les lignes *tr* et *rs*, et, ces opérations achevées, vous aurez le diagramme ou contour extérieur du toit demandé.

La seconde manière de tracer les combles brisés ne diffère que peu de la première fig. 213.

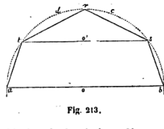
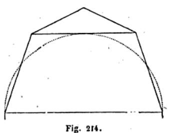


Fig. 213.

Tirez une ligne horizontale, portez-y avec le compas, dans une porportion quelconque et relative, la largeur du bâtiment à couvrir; soit cette largeur *ab*. Divisez *ab* en deux parties égales, du milieu de *ab*, soit au point *o*, prenez avec le compas *oa* ou *ob*, et avec cette longueur, décrivez la demi-circonférence *arb*. Divisez cette circonférence en cinq parties égales *at*, *td*, *dc*, *cs* et *sb*. Des points *t* et *s* tirez une parallèle à la ligne *ab*; cette parallèle sera le haut de l'entrait de la charpente à tracer. Pour la pente des versants inférieurs tirez les lignes *at* et *sb*. Pour la pente du faux comble *trso'*, tirez les lignes *tr* et *rs*.

La troisième manière de tracer les combles brisés se fait ainsi qu'il suit :


Fig. 214.

Tirez une ligne horizontale, portez-y avec le compas, dans une proportion quelconque et relative, la largeur du bâtiment à couvrir; soit encore cette largeur comme dans les deux précédents exemples. Divisez la ligne du bas en deux parties égales; du milieu, prenez avec le compas *ao* ou *ob*, et avec cette longueur décrivez une demi-circonférence. Tirez au sommet de ce demi-cercle une tangente parallèle à la ligne du bas. Divisez le rayon en trois parties égales : prenez deux de ces

parties et portez-les sur la parallèle de la ligne du bas. Pour la hauteur du faux-comble, prenez une des trois parties du rayon, portez-la verticalement sur l'axe. Tirez ensuite les quatre lignes biaises et vous aurez le contour extérieur du comble brisé demandé.

La troisième manière donne le comble le plus élevé à *l'intérieur*. Si le bâtiment a, par exemple, 10 mètres de largeur, l'espace à partir du dessus de l'entrait ou poutre, jusqu'au dessus du faux entrait, sera de 5 mètres.

La première manière donne un comble beaucoup moins élevé à l'intérieur : il n'aura que 3^{m},50 de *o* en *o'*.

La seconde manière donne un comble encore moins élevé que les deux précédentes ; il n'aura que 3^{m},00 de *o* en *o'*. Sa forme est aussi la plus élégante des trois et celle encore qui est le plus généralement employée.

Comme les précédents combles simples dont nous avons parlé plus haut, les combles à la Mansart, ou combles brisés, peuvent se terminer à leurs extrémités, soit par des pignons, soit par des croupes. Ces combles s'exécutent comme les précédents par travées formées de fermes. Seulement, au lieu d'arbalétriers dans la partie inférieure, on se sert de jambes de force, fig. 215, 216, dont le pied s'assemble dans l'entrait ou

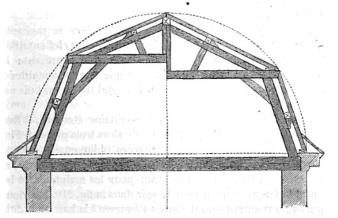


Fig. 215. Fig. 216.

poutre, et le sommet dans l'entrait qui soutient aussi la panne de brisis.

Les combles brisés ont l'avantage d'offrir des espaces qu'on peut distribuer en chambres de maître et en chambres de domestiques, ce qui est surtout convenable à la campagne. On peut construire une maison, composée d'un rez-de-chaussée et d'un étage, et trouver cependant assez d'espace pour les chambres d'enfants ou de jeunes gens et les chambres d'amis, dans les combles, lorsqu'ils sont brisés. On fait pour ainsi dire l'économie d'un second étage.

Lorsque l'assemblage de pièces de bois, appelé ferme en terme de charpente, n'a pas une grande portée, cette ferme peut être composée (fig. 208), 1° d'une pièce horizontale allant d'un mur à l'autre du bâtiment : cette pièce, avons-nous dit, est appelée entrait ou tirant. C'est la plus forte de toute la ferme; 2° de deux pièces obliques ou arbalétriers dont le pied ou extrémité inférieure repose sur les extrémités de l'entrait et dont les bouts supérieurs viennent se joindre ensemble pour former un angle plus ou moins obtus, c'est-à-dire plus grand qu'un angle droit de 45 degrés. Les arbalétriers sont assemblés par le bas dans les bouts de l'entrait, par des entailles en crémaillère, et consolidés par des liens en fer qui seront placés perpendiculairement à l'inclinaison des arbalétriers, pour les fixer d'une manière invariable.

Le joint central du sommet des arbalétriers se raccorde par un joint à plomb. Ils sont fixés par une petite clef entaillée dans les deux pièces et chevillée comme le représente la fig. 209. Quelquefois on ne les réunit que par des entailles à mi-bois arrêtées avec une cheville. L'assemblage à mi-bois est le plus solide.

Quand l'espace à couvrir est d'une certaine étendue, il faut fortifier la précédente ferme. On ajoute alors trois pièces à l'intérieur de la ferme, dont deux, placées obliquement comme les arbalétriers, les doublent jusqu'aux deux tiers environ, et une autre en forme de faux entrait pour les maintenir et les contre-buter, ainsi qu'on peut le voir dans la fig. 210. Les deux joints du faux entrait seront coupés d'équerre à la longueur de la pièce, et les pieds des petits arbalétriers seront assemblés dans

l'entrait ou grand tirant par embrèvement. Sur les grands arbalétriers se clouent les tasseaux ou chantignolles destinés à soutenir les pannes, qui elles-mêmes reçoivent les chevrons, comme l'indique la fig. 210.

La fig. 217 représente une autre ferme d'une grande simplicité et dans laquelle l'entrait est plus élevé que le pied des arbalétriers. Ce genre de ferme peut être employé pour de petits toits et lorsqu'on veut gagner de la hauteur. L'extrémité inférieure des arbalétriers, ainsi que celle des chevrons, reposera dans ce cas sur une sablière longitudinale. Les pannes reposeront sur l'entrait et les chevrons viendront aboutir au sommet à un fattage qui s'étendra dans toute la longueur du bâtiment. Nous ferons remarquer que cette sorte de ferme n'est applicable qu'à de très-petites portées : car il y a une poussée transversale qui s'exerce par les arbalétriers en-dessous de l'entrait, poussée qui est réduite à peu de chose dans une petite largeur par la grande force des arbalétriers, mais qui, dans une forte portée, ferait écarter les murs et les renverserait même peut-être.

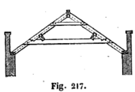


Fig. 217.

Dans les combles d'une plus grande portée, l'entrait est placé sous les arbalétriers, lesquels sont assemblés dessus à tenon et mortaise, et quelquefois même les arbalétriers sont boulonnés sur l'entrait pour leur donner plus de stabilité.

Le poinçon, dont nous avons déjà parlé, est une pièce de charpente suspendue à partir du sommet des arbalétriers et aboutissant dans le bas, à l'entrait. Le poinçon est la pièce destinée à empêcher le tirant ou entrait de plier par sa propre pesanteur. Dans la charpente en sapin, on a l'habitude de mettre le poinçon en bois de chêne, et en Angleterre on le met fréquemment en fonte. La partie inférieure du poinçon devra avoir des aboutements pour recevoir le pied des contre-fiches, lesquelles sont destinées à roidir les arbalétriers, dans lesquels elles sont assemblées, fig. 218.

Disons ici une fois pour toutes que les contre-fiches doivent toujours s'assembler à angle droit ou d'équerre dans les arba-

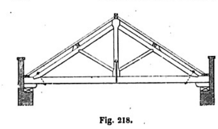


Fig. 218.

létriers. C'est la seule manière de les faire servir utilement. En inclinant davantage leur extrémité supérieure, c'est-à-dire en leur faisant former un angle obtus avec l'arbalétrier verticalement au-dessus de l'entrait, on leur enlève la force qu'elles ont quand elles sont placées d'équerre sur les pièces obliques.

Dans le cas où l'entrait est supporté dans sa longueur par des pans de bois ou des murs qui lui servent de points d'appui, le faux entrait, pièce horizontale et parallèle à l'entrait, est supporté par des poteaux placés dans une direction verticale, ainsi que le montre la fig. 219. Les chevrons, destinés, comme on

Fig. 219.

sait, à recevoir la volige ou les lattes, sont assemblés dans l'entrait, par le moyen indiqué en bas et à gauche de la figure. Au faîtage ces chevrons sont entaillés à mi-bois ou à tenon et mortaise et chevillés. La dimension des chevrons n'est point déterminée par le poids qui pourrait les faire plier dans leur longueur, mais cette dimension est déterminée par la force des pannes qui doivent les empêcher de fléchir. Comme il s'agit de donner la plus grande solidité possible aux chevrons, il faut leur donner certaines proportions *constantes,* c'est-à-dire convenables et enseignées par la théorie ainsi que par la pratique. La hauteur des chevrons à leur largeur devra donc être comme 7 : 4.

Dans ce genre de comble, les entraits ou pièces que nous nommons ainsi, peuvent ne pas avoir les fortes dimensions qu'on a l'usage de leur donner, supportées qu'elles sont par des points d'appui inférieurs. Dans cette charpente de comble, le point capital est d'empêcher les chevrons de glisser; leur assemblage avec la pièce horizontale est donc d'une grande importance. L'extrémité inférieure des chevrons est assemblée dans la presque totalité de son épaisseur à angle droit ou d'équerre sur la plus longue pièce horizontale du bas. Les trois détails du bas de la fig. 219 indiquent cet assemblage, à gauche de profil, au milieu de face, et à droite en perspective. Tout compagnon un peu intelligent comprendra cet assemblage du premier coup en voyant la figure.

Cette sorte de comble est appelée comble *debout* ou d'*aplomb* par les Allemands, qui en font un fréquent emploi. S'il n'y a point d'empêchement, on pose les pannes au milieu de la longueur des chevrons, et de distance en distance on place des poteaux verticaux pour les supporter et leur donner plus de solidité. Pour conserver l'équerre de ces poteaux avec la pièce horizontale supérieure, on pratique de l'un à l'autre et obliquement à un angle de 45 degrés, une *moise* ou lien entaillé à mi-bois. Ces moises devront se répéter longitudinalement et des deux côtés des poteaux, s'assembler sur la face intérieure du poteau et de la face intérieure de la panne et n'être entaillées que d'un sixième de l'épaisseur du poteau; elles devront en outre être soigneusement chevillées. Si le bâtiment est d'une longue étendue, pour plus de sécurité on prolongera une des

deux moises en question, jusqu'à l'entrait principal sur lequel elle sera également entaillée à une petite profondeur et chevillée.

Cette charpente de comble est économique, ses bois étant de moyennes dimensions. Elle convient pour les bâtiments dont on ne veut pas utiliser les greniers. Il serait imprudent de charger fortement le plancher à cause de la faiblesse des bois qui en constituent la charpente.

Quand le comble a une assez grande largeur et qu'il s'agit d'utiliser le grenier, on compose un assemblage en Allemagne qui offre une ferme très-solide, fig. 220. La panne est entaillée

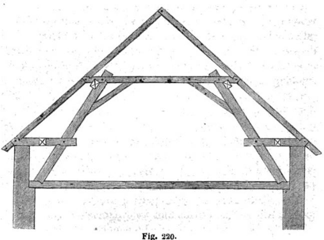


Fig. 220.

sur l'arbalétrier et maintenue sur lui au moyen de contre-fiches. Le faux entrait est formé de deux pièces de bois qui se joignent ou qui sont posées à une petite distance l'une de l'autre (distance qui peut être le quart de l'épaisseur de l'arbalétrier).

Toutes les pièces de bois composant des ouvrages de charpentes sont horizontales, verticales ou obliques. Les bois de charpente qui ne sont pas assemblés à angle droit, ont un assemblage oblique, c'est-à-dire qu'ils se rencontrent sous un angle plus grand ou plus petit qu'un angle droit. Ces bois sont principalement les arbalétriers, les chevrons dans certains cas,

les contre-fiches et les jambettes. Ces bois inclinés peuvent glisser : c'est pour cette raison qu'ils sont soumis à d'autres assemblages que les bois debout avec les bois horizontaux.

Dans les charpentes le plus en usage, les arbalétriers posent à leur extrémité inférieure sur une poutre ou entrait, sur lequel ils sont assujettis par ce qu'on nomme un assemblage par embrèvement. Cet assemblage est formé par un tenon et une mortaise, sur laquelle est pratiquée une entaille qu'on appelle embrèvement. La manière la plus simple de faire cet assemblage est indiqué par les figures 221, 222, 223.

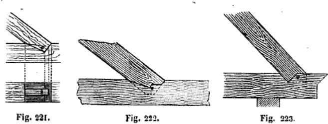


Fig. 221. Fig. 222. Fig. 223.

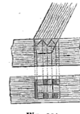


Fig. 224.

La fig. 224 indique un autre genre d'assemblage à embrèvement et très-solide.

Nous avons vu plus haut que les extrémités supérieures des arbalétriers viennent aboutir à une pièce de charpente centrale et verticale, appelée poinçon. Les arbalétriers s'y assemblent à tenon et mortaise, et ordinairement sans embrèvement. Il est cependant prudent d'en pratiquer un qui peut se faire comme on le voit dans les fig. 225, 226, et qui suffit à supporter une charge moyenne.

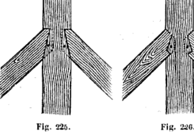


Fig. 225. Fig. 226.

En Angleterre et en Allemagne, on est dans l'usage de démaigrir le poinçon

sur deux faces, de laisser une tête coupée d'équerre sur le joint qu'elle forme avec la largeur de l'arbalétrier, ainsi que l'indique la fig. 227. Dans le cas où l'on ne voudrait pas affaiblir le poinçon, on assemblerait les arbalétriers à *crans*, et, pour ne pas nuire à la solidité, on laissera au centre une portion de bois de forme parallélipipédique. Ce système est fréquemment employé en Allemagne, et n'a offert que de bons résultats.

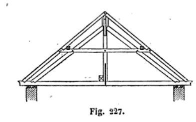


Fig. 227.

Dans les charpentes légères et économiques, où les solives remplacent les entraits ou tirants de ferme, le pied des chevrons peut être assemblé par embrèvement, c'est-à-dire au moyen d'une entaille faite dans la face horizontale et supérieure de la pièce qui présente la mortaise.

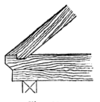


Fig. 228.

Si le pied des chevrons est en retraite sur la solive, un autre genre d'embrèvement sera pratiqué comme l'indique la fig. 228. Si enfin le chevron doit former saillie sur le mur, il faudra pratiquer un assemblage par enfourchement qui est très-solide, fig. 229.

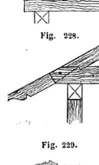
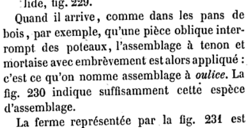


Fig. 229.

Quand il arrive, comme dans les pans de bois, par exemple, qu'une pièce oblique interrompt des poteaux, l'assemblage à tenon et mortaise avec embrèvement est alors appliqué : c'est ce qu'on nomme assemblage à *oulice*. La fig. 230 indique suffisamment cette espèce d'assemblage.



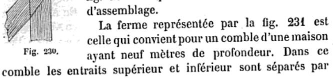


Fig. 230.

La ferme représentée par la fig. 231 est celle qui convient pour un comble d'une maison ayant neuf mètres de profondeur. Dans ce comble les entraits supérieur et inférieur sont séparés par

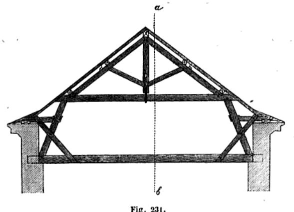


Fig. 231.

un espace libre pour former un étage habitable. La partie supérieure de ce comble est formée d'un poinçon, de deux contre-fiches et de deux arbalétriers, ensuite l'entrait est établi sur des jambes de force qui en reportent le poids sur l'entrait inférieur; les blochets sont assemblés dans ces jambes de force au moyen de queues d'aronde, et se lient par entailles réciproques aux sablières, qui, se trouvant ainsi fixées sur les murs, résistent à la poussée des chevrons qui viennent s'y assembler, et dont la portée est divisée en trois parties égales par les pannes. Le trapèze formé par les deux entraits et les jambes de force est maintenu par des moises qui lient l'entrait inférieur et les blochets aux jambes de force.

La fig. 232 est la projection de la moitié intérieure du comble sur la ligne *ab*. On voit par cette figure que les aisseliers se croisent pour former ce qui est appelé la croix de Saint-André. Ce croisement des pièces obliques est destiné à maintenir les fermes dans leur position verticale en soulageant la pièce longitudinale nommée faîtage.

Cet exemple est combiné de manière à ce que les portées des diverses pièces qui le composent soient divisées en parties égales, afin que la charge régulière qu'elles ont à supporter n'agisse pas plus sur un point que sur un autre. Cette disposi-

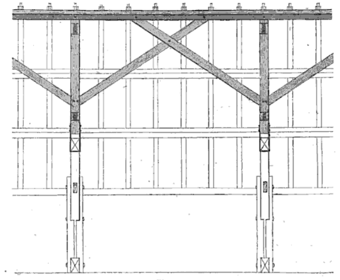
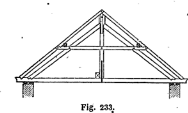


Fig. 232.

tion, qui assure la force des diverses parties, concourt à la conservation de l'ensemble.

On fera attention que dans cet exemple de charpente de comble, l'entrait principal ou inférieur est posé en contre-bas de la corniche supérieure du bâtiment. Cette circonstance a pour effet, dans la perspective, de ne laisser apercevoir qu'une médiocre élévation de chacun des rampants ou égouts du toit.

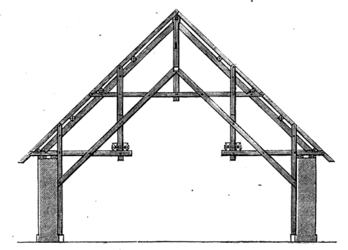
Les constructeurs allemands ont appelé « *Œuvres suspendues* », les fermes de combles pratiquées sur des entraits posant aux deux extrémités sur les murs de face, sans points d'appui ou supports intermédiaires. Dans ces œuvres la construction de la ferme est telle que toute la charge ou poids de la charpente du comble est portée par les murs extérieurs. La combinaison la plus élémentaire de ce genre, et dans laquelle il ne s'agit que de suspendre l'entrait, consiste en une ferme très-simple, fig. 233, formée par l'entrait posé à chaque extrémité sur une double sablière, par les deux arbalétriers, placés obliquement contre une pièce de charpente verticale, nommée poinçon et


Fig. 233.

qui est suspendue au moyen de l'action des arbalétriers, fait qui a donné le nom d'œuvres suspendues aux fermes combinées selon cette méthode. Les arbalétriers sont assemblés à tenon et mortaise et à crémaillère dans l'entrait ainsi que dans le poinçon. Ce dernier se prolonge jusque sous les chevrons et reçoit le faîtage, sur lequel s'appuient les extrémités supérieures des chevrons. Du faîtage partent des aisseliers qui s'assemblent dans le poinçon; ces aisseliers sont destinés à maintenir les fermes, en longueur, dans leur position verticale et ensuite pour soulager le faîtage.

Les pannes reposent sur des moises, deux pièces horizontales, entaillées à un cinquième de leur épaisseur dans le poinçon et les arbalétriers. Ces moises soulagent les arbalétriers en divisant leur longueur, et consolident en même temps le grand triangle formé par les deux arbalétriers et l'entrait.

La fig. 234 représente une charpente légère avec combinai-


Fig. 234.

son de moises et convenable pour un hangar ou magasin. Elle se compose d'un poteau placé contre le mur, consolidé par deux moises verticales et boulonnées dans le blochet et l'arbalétrier, chevillées dans le chevron et entaillées à crémaillère dans l'arbalétrier. Les blochets sont formés de deux pièces, ainsi qu'on peut le voir dans le détail, fig. 235. Le faux entrait est également formé de deux moises, entaillées à crémaillère sur l'arbalétrier et le chevron, afin de maintenir leur écartement et les empêcher de glisser. A l'extrémité intérieure des blochets s'élèvent des poteaux entaillés dans le faux entrait, l'arbalétrier et le chevron. Deux grandes moises parallèles au rampant du toit et portant des poteaux principaux et allant rejoindre le poinçon consolident la position respective de toutes les pièces composant la ferme. Au pied des poteaux supérieurs et au-dessus des blochets s'étendent longitudinalement deux sablières-moises boulonnées dans le poteau, et destinées à maintenir les fermes dans leur position verticale. Cette charpente, quoique légère, est fort solide et passe pour une des plus parfaites du genre, au jugement des plus habiles constructeurs allemands.

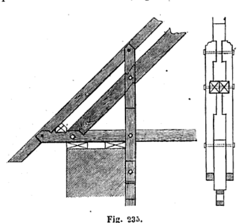


Fig. 235.

La fig. 236 représente la moitié d'une ferme formant la charpente d'un comble surbaissé de 18 mètres de largeur. Il est exécuté en plats bords ou madriers de sapin, dont la plus grande largeur est verticale. Il résulte de cette disposition que les combles ainsi construits sont solides, quoique très-légers. Les moises qui embrassent tout le système main-

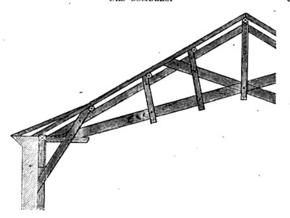


Fig. 236.

tiennent la rigidité des pièces et les rendent solidaires.

Le même principe de moises formant croix de Saint-André est appliqué à l'exemple de la fig. 237, représentant un comble

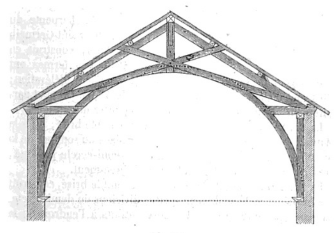


Fig. 237.

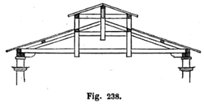
de $11^{m},50$ de largeur. Dans ce système de construction, il résulte non-seulement qu'on obtient sur l'exécution du comble

lui-même une économie assez considérable, mais que, eu égard à la légèreté de la charpente, on peut, en restreignant les murs à n'avoir que la solidité nécessaire, diminuer encore la dépense.

Les deux derniers exemples de charpente peuvent être utilisés pour de grands hangars, de vastes granges ou pour des ateliers. On ne les emploiera guère pour des maisons d'habitation. Nous avons donné ces exemples de charpente à grande portée, parce qu'on pourra s'en servir soit dans des bâtiments d'utilité, soit dans des constructions destinées à des manéges ou autres exercices agréables.

Nos figures sont dessinées à une assez grande échelle pour que tout amateur, avec l'aide d'un charpentier, puisse saisir et comprendre la combinaison ainsi que les assemblages des pièces de charpente que lui montrent ces figures.

La fig. 238 montre une charpente de comble couvrant un grand espace et donnant du jour et de l'air au centre du bâtiment. Notre exemple représente la charpente du marché Saint-Germain à Paris, construit en 1816. Les fermes ont une largeur de $14^m,05$ hors œuvre et 4 mètres d'élévation; elles sont distantes les unes des autres de $4^m,05$. On peut parfaitement réduire cette ferme à de plus petites dimensions.


Fig. 238.

La fig. 215 représente la moitié d'un comble brisé, dit à la Mansart, dans lequel le faux entrait est placé au sommet de la première des cinq divisions faites du demi-cercle ponctué, ainsi que nous l'avons déjà indiqué précédemment.

La fig. 216 représente la moitié d'un comble brisé, construit sur le principe de seulement quatre divisions du demi-cercle. La panne assemblée dans les faux entraits à l'endroit de la pliure du toit, est appelée *panne de brisis.* Cette panne est souvent ornée d'un torse avec ou sans filet en dessous, qu'on recouvre en plomb ou en zinc.

Dans le premier exemple des mansardes (division du demi-

cercle en cinq parties) le logement qu'on y pratique aura de $2^m,65$ à $2^m,75$ d'élévation; dans le second (division du demi-cercle en quatre parties égales) le logement aura de $3^m,30$ à $3^m,40$. Mais le premier exemple est plus élégant extérieurement et préférable; aussi est-il d'un usage plus fréquent.

Si la largeur dans œuvre d'un bâtiment à couvrir d'un comble brisé, est de 6 mètres, on donnera 42 centimètres sur 30 à l'entrait ou tirant portant plancher, 23 à 20 au faux entrait, 20 à 18 aux arbalétriers, 18 à 18 au poinçon, 14 à 14 aux jambettes, 14 à 14 aux contre-fiches, 19 à 19 aux pannes, 5 à 9 aux chevrons. Si cette largeur est de 9 mètres, on donnera 50 centimètres sur 35 à l'entrait, 30 à 25 au faux entrait, 25 à 22 aux arbalétriers, 23 à 23 au poinçon, 16 à 16 aux jambettes, 16 à 16 aux contre-fiches, 20 à 20 aux pannes, 6 à 11 aux chevrons; si la largeur du bâtiment est de 12 mètres, on donnera 58 à 42 à l'entrait, 35 à 32 au faux entrait, 28 à 25 aux arbalétriers, 27 à 27 au poinçon, 18 à 18 aux jambettes, 18 à 18 aux contre-fiches, 22 à 22 aux pannes, 7 à 12 aux chevrons.

Rondelet indique dans son grand ouvrage (1) quelques dimensions à donner le plus généralement aux pièces de bois qui composent les combles ordinaires. Pour une largeur de comble de 8 à $9^m,75$ on donnera aux entraits ou tirants portant plancher le dix-huitième de cette largeur dans œuvre; et pour ceux qui ne portent pas plancher un vingt-quatrième; aux arbalétriers un quinzième, aux faux entraits un vingt-quatrième, aux poinçons un douzième, aux liens un vingt-quatrième, aux pannes un douzième de l'intervalle entre les fermes.

On donne communément aux chevrons de 8 à 11 centimètres, aux faîtages de 16 à 19 centimètres, aux pannes de 19 à 22 centimètres, aux sablières ou plates-formes 11 à 27 centimètres, aux jambettes 27 millimètres de moins qu'aux maîtresses fermes, et enfin aux coyaux de 5 à 8 centimètres.

Il sera convenable pour le propriétaire constructeur, d'étudier une charpente exécutée dans la localité où il veut bâtir. Il

(1) *Traité théorique et pratique de l'art de bâtir*, Paris, 1862, 12[e] édition page 120 du tome III.

ne peut pas entrer dans une infinité d'approximations et de calculs théoriques sur la force et la résistance des bois de différentes grosseurs et longueurs. C'est en visitant une ou plusieurs bonnes charpentes qu'il se renseignera sûrement sur la pratique. Il ne faut pas employer de bois trop gros ni trop minces; trop gros, ils chargent inutilement les murs, et, trop minces, ils plient et finissent par casser. Les pannes et les chevrons demandent une attention toute particulière.

Les courbures et les ondulations qu'on remarque assez fréquemment dans les toits, viennent plutôt de la défectuosité des bois employés, que de la faiblesse de leurs dimensions ou de la mauvaise combinaison des fermes.

On trouve dans les pays du midi et du nord de l'Europe, des combles en bois de sapin beaucoup plus légers et moins compliqués que les nôtres, qui se maintiennent droits et en bon état, quoiqu'ils soient chargés de couvertures une fois plus pesantes.

Le bois de chêne étant plus lourd que le sapin, ayant des fibres moins droites, est plus sujet à se tourmenter que ce dernier, qui ne varie que de grosseur et qui est moins sujet à se tordre.

Le moyen le plus sûr de former des fermes solides, est de les composer avec une combinaison de triangles, parce que leur figure ne peut jamais varier, lorsque les pièces qui les forment sont assemblées d'une manière convenable.

Afin de mieux faire comprendre la construction, l'assemblage des fermes et enfin la combinaison de l'ensemble de la charpente d'un comble, nous donnons dans la figure 239 un toit entier. Nous avons supposé l'absence d'un des murs latéraux et comme si nous étions placés plus bas que le comble un peu en dehors du bâtiment.

La poutre ou entrait est marquée A; on verra qu'elle se répète trois fois pour former le pied de trois fermes. Sur ces pièces horizontales s'élèvent obliquement deux pièces marquées D; ce sont les arbalétriers qui s'assemblent au sommet dans le poinçon C qui lui-même repose sur le faux entrait B. Les deux pièces obliques de petite dimension et marquées E sont les aisseliers, destinés à fortifier le faux entrait. Les

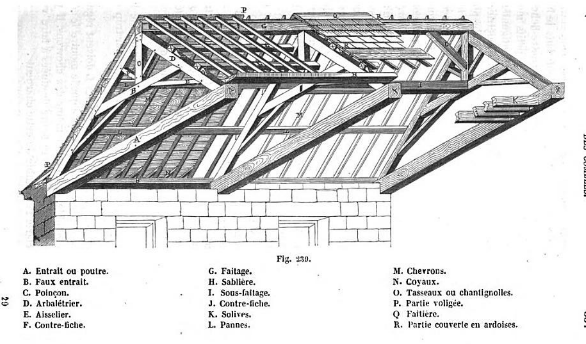


Fig. 239.

A. Entrait ou poutre.
B. Faux entrait.
C. Poinçon.
D. Arbalétrier.
E. Aisselier.
F. Contre-fiche.
G. Faitage.
H. Sablière.
I. Sous-faîtage.
J. Contre-fiche.
K. Solives.
L. Pannes.
M. Chevrons.
N. Coyaux.
O. Tasseaux ou chantignolles.
P. Partie voligée.
Q Faitière.
R. Partie couverte en ardoises.

aisseliers s'assemblent dans les arbalétriers D et le faux entrait B. Les petites pièces obliques F qui s'assemblent dans le bas du poinçon et le haut des arbalétriers, sont les contre-fiches; elles sont destinées à roidir les arbalétriers. Les petits morceaux de bois marqués O sont les tasseaux ou chantignolles, destinés à maintenir les pannes L posés sur les arbalétriers. Au-dessus du poinçon on voit le faîtage G composé de plusieurs pièces placées bout à bout à la suite des autres. Le faîtage est porté par les poinçons des fermes, qui y sont assemblés par leurs sommets taillés en tenons. Les pièces obliques J sont d'autres contre-fiches, assemblées dans les poinçons et le faîtage. Les pièces I sont les sous-faîtes. Les bouts arrachés de pièces marquées K, sont les solives qui s'étendent d'un entrait à l'autre. Nous les avons figurées rompues pour laisser voir une plus grande étendue de la charpente. Les chevrons portent la lettre M; ils posent sur la sablière H, les pannes L et le faîtage G. Les petites pièces obliques N sont de petits chevrons qui s'appuient à la fois sur les grands chevrons et sur la double plate-forme ou sur l'entablement du bâtiment; on les nomme coyaux.

La partie PP du comble indique une portion recouverte de la volige clouée sur les chevrons.

La partie RR fait voir une portion recouverte d'ardoises et terminée au sommet par la faîtière Q.

On comprendra qu'on supprime les deux fermes des extrémités quand il y a des pignons en maçonnerie. Nous avons supposé dans notre figure trois fermes formant deux travées de comble, d'un bâtiment plus long que l'étendue de ces deux travées.

Dans les deux fermes de gauche nous avons supprimé les contre-fiches J pour ne pas embrouiller le lecteur par trop de pièces dans le détail.

Il sera aisé de comprendre que les pannes L doivent régner dans toute la longueur du bâtiment, ainsi que le montre le côté du dessous du comble. Il en est de même des chevrons. Il y a des parties rompues dans notre figure destinées à faire voir avec plus de clarté l'ensemble de cette charpente.

Charpente d'un appentis.

La charpente de comble la plus simple est celle employée à un rampant et adossée à un mur ou bâtiment quelconques. Cette charpente, d'un fréquent usage pour les magasins et les hangars, se compose de *poteaux g* posés sur des dés en pierre, d'*entraits e* assemblés à un bout sur les poteaux et posant de l'autre sur le mur ou sur des poteaux si le point d'appui du mur n'est pas assez solide. Pour maintenir les poteaux et les entraits dans leurs positions respectives et ensuite pour recevoir le pied des chevrons, on assemble dans les poteaux la *sablière* horizontale *k*, fig. 240. Pour conserver l'équerre du poteau avec

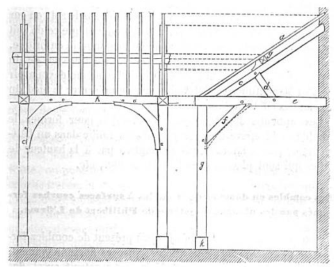


Fig. 240.

l'entrait, on y assemble les *aisseliers f*, à tenon et mortaise et à entaille. Sur les entraits s'assemblent les *arbalétriers*, fortes pièces obliques *c*, dont le sommet porte sur le mur du fond. Pour consolider le bas des arbalétriers on pose les *jambettes d*, assemblées à tenon et mortaise dans l'entrait et l'arbalétrier.

Si le rempant de l'appentis est d'une hauteur moyenne, on pose sur les arbalétriers *c*, la *panne g*, pièce horizontale destinée à supporter les chevrons par le milieu de leur longueur afin de leur donner plus de solidité. Pour maintenir ces pannes sur les pièces qui les reçoivent, on cloue ou on assemble ou l'on fixe avec des boulons de petits morceaux de bois, formant le trapèze en profil, et qui sont nommés *tasseaux* ou *chantignolles*. Enfin sur les pannes, on pose les *chevrons a* qui reçoivent la volige si l'on couvre en ardoise, et la latte si on se sert de tuiles pour la couverture. Sur la face, l'écartement des poteaux avec la sablière est maintenu par deux aisseliers droits, comme le montre la face latérale, ou cintrés comme l'indique la même figure et celle qui nous représente la face.

Il ne faut jamais poser le pied des poteaux sur le sol, ou sur un bout de poutre formant dé; il faut toujours que ce dé soit en pierre ou à son défaut en une petite maçonnerie en brique. Ensuite on fera bien de goudronner la face transversale du poteau, celle qui pose sur le dé. Ce dé lui-même devra avoir de 25 à 30 centimètres d'élévation afin de préserver le pied du poteau des effets de l'eau.

Les appentis sont quelquefois employés pour former le comble et la couverture de portions en saillie dans un bâtiment, de pièces latérales qui ne montent pas à la hauteur de celles qui sont placées dans le milieu, etc., etc.

Des combles en dôme et des combles à surfaces courbes formés par des planches; système de Philibert de L'Orme.

Nous nous sommes occupés jusqu'à présent de combles formés de pièces de charpente droites, placées horizontalement, verticalement et obliquement. Mais on construit aussi des combles dans lesquels on suit le principe de l'arc. Philibert de L'Orme, célèbre architecte du seizième siècle, proposa de construire des combles et des dômes avec des bois courbés au lieu de fermes. Les combles conçus sur le principe de l'arc trouvent leur emploi quand on a de très-longs espaces à couvrir et que les points d'appui sont de moyenne force. On peut

employer ce genre de combles pour des manéges, des salles d'exercices gymnastiques, pour conserver pendant l'hiver des plantes et des arbres élevés qui ne demandent pas la chaleur des serres. Il y a nombre d'autres circonstances où la pratique des combles en forme de voûte peut être nécessaire et convenable : c'est pour cette raison que nous allons entrer dans quelques détails sur leur combinaison.

Philibert De L'Orme est le premier qui ait fait l'application de ce système aux combles à deux égouts; il est le premier qui ait imaginé de relier des planches clouées les unes sur les autres au moyen de liernes (pièces de bois horizontales) qui les traversent, en les serrant avec des clefs pour les maintenir et leur procurer plus de fermeté. Le grand avantage du système de De L'Orme dans son emploi pour les dômes ou courbure extérieure apparente, c'est que les côtes ou nervures courbes et verticales acquièrent une telle solidité, un tel aplomb, qu'elles n'exercent aucune poussée latérale sur le mur d'appui.

Comme on peut désirer élever un dôme sur un espace circulaire grand, moyen ou petit, nous allons indiquer ici la manière de le former.

Tracez d'abord l'épure du trait de la courbe que vous aurez déterminée. Appliquez dessus un premier rang de planches; si c'est pour un comble dont le dessous ne doit pas former voûte, ou pour un cintre, placez les planches en dessous de la courbe tracée. Si c'est pour une voûte qui n'a pas besoin d'être extradossée, placez-les en dehors, de façon cependant que, dans l'un et l'autre cas, on puisse tracer dessus la courbe qu'elles doivent former. Si les combles ou voûtes doivent être courbes en dessus et en dessous, il faut que les planches recouvrent les deux courbes de l'épure, afin de pouvoir les tracer sur ces planches pour les chantourner.

Les planches en question doivent avoir une longueur d'environ $1^{m},30$; mais on peut ne pas s'astreindre rigoureusement à cette dimension; on peut en prendre une un peu plus ou un peu moins longue, qui divise la courbe en un nombre quelconque de parties égales. Cette longueur peut varier pour chaque division même, comme dans l'ellipse dont la courbure

n'est pas uniforme, afin que les fibres des planches puissent se croiser. Cette méthode procure plus de raideur aux courbes et empêche aussi les planches de se fendre. Lorsque la division est arrêtée, celle qui paraîtra la plus convenable, tirez des perpendiculaires à la courbe pour indiquer les joints des planches. Dès qu'elles seront bien ajustées, posez dessus un second rang, disposé de manière à ce que les joints des planches formant ce second rang tombent au milieu de celles qui forment le premier rang; il faut pour cela que les planches des extrémités n'aient que la moitié de la longueur des autres ou qu'elles aient une fois et demie cette longueur.

Quand ces deux rangs sont ainsi ajustés, il faut les réunir avec des chevilles de bois. Ensuite on percera les mortaises pour recevoir les liernes ou tringles de bois qui doivent les traverser, afin de lier les fermes les unes avec les autres. Ces liernes doivent avoir la même épaisseur que celle des planches courbes et pour largeur quatre fois cette épaisseur. Pour donner à l'ouvrage plus de fermeté, on percera dans ces liernes d'autres mortaises de chaque côté de l'épaisseur des courbes, pour y chasser de force des clefs de bois dont l'épaisseur sera la même que celle des liernes, sur une largeur double de cette épaisseur; leur longueur sera égale à la largeur des courbes.

Les liernes ne forment pas continuité dans la longueur du comble; elles ne doivent réunir que trois courbes : cependant, comme chaque rang commence et finit à une courbe différente, cet arrangement équivaut en partie à des liernes continues, surtout lorsque le dessus doit être latté pour recevoir des tuiles ou des ardoises, ou bien le dessous pour former un plafond. Il y avait encore au seizième siècle des voûtes en courbes de planches, réunies seulement par des cannes revêtues en plâtre qui étaient encore très-solides quoiqu'elles eussent plusieurs siècles d'existence.

Rondelet pense qu'au lieu des liernes qui traversent les courbes, il serait préférable d'en placer dessus et dessous, en les entaillant à moitié bois et en les clouant sur chaque courbe, ce qui produirait autant de solidité avec moins d'ajustements et moins de dépense.

Pour les combles de 7^{m},80 de diamètre, De L'Orme fixe la largeur des planches qui forment les courbes à 21 centimètres de largeur, et leur épaisseur à 2 centimètres.

Pour 11^{m},70 il donne aux planches 27 centimètres de largeur sur 4 centimètres d'épaisseur. Pour 19^{m},50, il fixe la largeur des planches à 35 centimètres et leur épaisseur à 5 centimètres.

Pour asseoir ces combles, on formait, à 1 mètre du dessous de l'entablement des murs de face, une retraite de la moitié de leur épaisseur, sur laquelle on posait une sablière de 21 à 24 centimètres d'épaisseur. On creusait dans cette pièce des entailles de 65 en 65 centimètres, destinées à recevoir le pied des courbes formant chevrons. Le prolongement de la surface du comble, jusqu'au nu extérieur du mur de face, se faisait en ajoutant des bouts de courbes en forme de coyaux, fixés par le bas dans une entaille pratiquée au-dessus de l'assise formant corniche.

On ne peut cependant se dissimuler que le système de Philibert De L'Orme est désavantageux sous plusieurs rapports. Les planches débitées coûtent beaucoup plus cher que le bois de charpente : la façon des différentes pièces est également plus élevée : c'est pour cette raison qu'il n'y a pas d'économie à préférer les combles en planches aux combles en pièces de bois. Mais pour de petites constructions de fantaisie les combles en planches sont convenables, parce qu'ils sont légers et peuvent se poser sur des murs moins épais que ceux exigés pour des combles formés de chevrons, fortifiés en dessous par des liens cintrés formant voûte et qui offrent aussi plus de solidité.

Frappé des désavantages qu'offrait le système de Philibert De L'Orme, lorsqu'il est employé sur une grande échelle, le colonel Émy en inventa un autre composé de madriers longs et étroits, superposés les uns sur les autres, comme les feuilles d'un ressort de voiture, et courbés sur leur plat par leur flexibilité seule. M. Émy fit en 1825 l'application de son système dans le hangar de Marac, fig. 241, près de Bayonne.

« Chaque ferme de la charpente du hangar de Marac, dit-il, est composée d'un arc en demi-cercle de 20 mètres de dia-

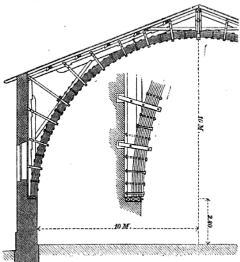


Fig. 241.

mètre, de deux jambes de force verticales, de deux arbalétriers, de deux aisseliers et d'une petite moise horizontale tangente à l'arc et formant entrait : le tout est lié par des moises normales à l'arc. L'espace entre le sol et l'arc est libre. L'arc dont il s'agit est la pièce principale de chaque ferme, et c'est dans sa construction que résident la force et les autres avantages de cette charpente.

« Les faces planes des arcs, ainsi que les moises normales, sont entaillées à 1 centimètre de profondeur, de sorte qu'elles forment des assemblages de 2 centimètres, qui ont le double objet de tenir les arcs serrés et de former des arrêts qui empêchent le glissement des madriers les uns sur les autres. Deux recouvrements de 1 centimètre, sur les deux faces de l'arc, sont taillés dans les joints des moises, pour empêcher qu'il ne se fasse des éclats aux entailles des madriers ou feuilles.

« Les jambes de force sont éloignées des murs de 10 centimètres, mais les trois premières moises de chaque côté sont prolongées au-delà des jambes de force, et pénètrent de 20 centimètres dans des cases de 30 centimètres de profondeur, réservées dans les murs. Cette disposition n'a pas pour but de profiter de la résistance des maçonneries ; car la charpente n'a pas de poussée : il s'agit seulement de main-

tenir les fermes dans le sens de la longueur du bâtiment.

« Entre les moises, qui ne pouvaient être multipliées sans augmenter inutilement le poids de la charpente, sont des liens en fer et des boulons qui pressent les feuilles de l'arc et qui s'opposent au glissement de ces feuilles. L'expérience a prouvé que ces boulons ne coupent point le fil du bois d'une manière nuisible. On voit que les moises, les liens et les boulons rendent les feuilles d'un arc pour ainsi dire solidaires les unes des autres, et qu'ils s'opposent avec une grande force à leur redressement. Dans un arc de cinq feuilles et de 20 mètres d'ouverture, le développement de l'extrados a 60 centimètres de plus que celui de l'intrados; le redressement est par conséquent impossible.

« Dans chaque ferme, trois grands triangles sont formés extérieurement à l'arc par les jambes de force, les arbalétriers, les aisseliers et la moise-entrait. Leur combinaison avec l'arc et les moises normales compose un réseau aussi invariable que le permet la flexibilité des bois et le jeu des assemblages; mais dans ce système, et notamment dans la charpente du hangar de Marac, dont il s'agit ici, c'est principalement la roideur ou le ressort des arcs qui produit l'invariabilité de forme, et qui détruit entièrement la poussée sur les murs.

« Les feuilles ou madriers qui entrent dans la composition d'un arc ont 55 millimètres d'épaisseur, 13 centimètres de largeur et 12 à 13 mètres de longueur. Deux longueurs et demie, mises bout à bout, à joints carrés, suffisent au développement de l'arc. Les joints sont distribués de façon qu'aucun d'une feuille ne répond à un autre joint d'une feuille du même arc, et que tous sont couverts par les moises normales. Les feuilles ne peuvent avoir chacune que trois joints, le plus souvent elles n'en ont que deux; ainsi il ne peut y avoir que dix à douze de ces joints dans un arc.

« Toutes les pièces des fermes ont 13 centimètres comme l'arc et les arbalétriers, excepté les jambes de force, dont l'épaisseur a été portée à 20 centimètres.

« Les fermes sont entretenues à la distance de 3 mètres, de milieu en milieu, par des moises liernes horizontales, qui em-

brassent les moises n° 4, par le faîte et la moise sans faîte, et enfin par les pannes (1). »

Une charpente du même genre a été exécutée pour le manége de Libourne et a 21 mètres de largeur sur 48 mètres de longueur.

Une des plus grandes coupoles élevées en Allemagne dans les temps modernes (de 1822 à 1827) et selon le système des courbes en planches, est celle de l'église catholique de Darmstadt qui a un diamètre de 33 mètres cinquante centimètres; Georges Moller en fut l'architecte. La fig. 242 indique la liaison longitudinale des courbes de ce dôme. Si Rondelet avait déjà proposé de substituer aux liernes de De L'Orme et qui traversaient les courbes, d'autres liernes non interrompues, entaillées à mi-bois et clouées au-dessus et au-dessous des planches, Moller double ces liernes entaillées tout en conservant les liernes transversales.

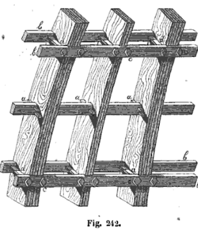
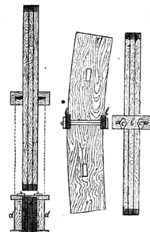


Fig. 242.

L'adhésion des planches formant une courbure est d'abord effectuée au moyen de clous et ensuite de coins en bois de chêne *a, a,* chassés dans les liernes transversales. Les liernes jumelles *b, b,* sont maintenues et consolidées par des boulons à écrou *c, c,* posés en dessous des coins *d, d,* qui traversent les doubles liernes, ainsi que l'indique la fig. 242. Les autres trois détails de la fig. 243, donnent les plan, coupe et face latérale

(1) *Description d'un nouveau système d'arcs pour les grandes charpentes, exécuté sur un bâtiment de 20 mètres de largeur*, etc., par A.-R. Émy. 1828, in-folio.



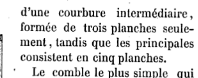


Fig. 243.

d'une courbure intermédiaire, formée de trois planches seulement, tandis que les principales consistent en cinq planches.

Le comble le plus simple qui puisse recouvrir un espace circulaire est appelé conique, fig. 244. Sa base est ronde et son sommet est aigu, en pointe. Il est souvent pratiqué pour terminer des tours et des tourelles. Il se compose : 1° d'une plate-forme circulaire posée sur la maçonnerie du mur; quelquefois cette plate-forme est double, et alors ces deux plates-formes sont réunies par des blochets ou entre-toises; 2° d'un poinçon central et commun ; 3° de quatre ou huit principaux chevrons en demi-fermes, assemblés par le haut dans le poinçon commun et par le bas dans la plate-forme circulaire; 4° de chevrons moins forts remplissant l'intervalle entre les principaux chevrons, et dont le nombre diminue en raison de la circonférence qui va en rétrécissant du bas en haut (vers la pointe, l'extrémité du poinçon suffit pour former le sommet du comble conique continué jusqu'à une certaine distance par les principaux chevrons qui se réunissent); 5° de faux entraits assemblés dans le poinçon, placés de deux en deux chevrons, et servant encore à renforcer ces derniers, dans le cas où ils ont trop de portée; 6° de liernes ou entre-toises circulaires, placées dans les intervalles que les chevrons laissent entre eux, et qui sont destinées à fixer l'extrémité su-

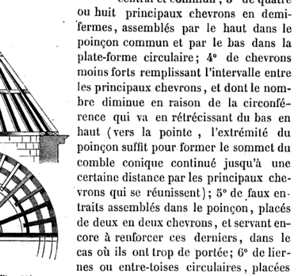


Fig. 244.

périeure d'autres chevrons de moindre longueur que les premiers. Ces liernes se posent à la hauteur où les chevrons sont éloignés de 40 à 50 centimètres les uns des autres : on en pose une ou deux selon le plus ou le moins de hauteur du comble.

Pour répartir aussi également que possible les chevrons autour d'une surface conique, il faut partager le comble sur sa hauteur en un ou plusieurs rangs de liernes. L'usage et la solidité veulent que l'espacement des chevrons n'ait pas plus de 40 à 48 centimètres de milieu en milieu, tant au-dessus de chaque lierne que sur la plate-forme où se termine le comble par le bas. Pour fortifier le pied des chevrons, on pose des jambettes sur la plate-forme intérieure.

Tout ce que nous venons de dire pour un comble conique entier peut s'appliquer également à la moitié ou une partie d'un comble semblable, tel que le toit de l'abside d'une église, et en général à une partie de cône quelconque régulier ou irrégulier, droit ou oblique.

Lorsque la base ou le plan du cône à former donne une autre courbe que le cercle, le moyen le plus simple et le plus expéditif est d'en lever le calibre sur l'épure, pour la tracer sur la pièce de bois. Les courbes représentant les arêtes des surfaces coniques, étant divisées en parties égales ou proportionnelles, donneront les points pour appliquer la règle et former les surfaces en abattant les parties triangulaires.

Des escaliers.

Les escaliers et leur main courante sont une partie essentielle et importante des ouvrages de bâtiment. Il faut apporter un soin tout particulier à leur position, à leur conception ainsi qu'à leur exécution. De leur perfection dépendent la sécurité et la commodité des habitants d'une maison. On a généralement la mauvaise habitude de négliger de donner à l'emplacement des escaliers les dimensions indispensables pour les rendre convenables, et on a souvent vu des maisons où on les avait oubliés et où l'on s'est trouvé dans la nécessité soit de sacrifier une portion de l'intérieur, soit de les annexer à l'extérieur.

Il existe quelques principes généraux qui s'appliquent indis-

tinctement à toutes les sortes d'escaliers de quelques matériaux qu'ils soient exécutés. Le premier principe, c'est qu'une marche d'une certaine largeur ou giron étendu doit avoir moins d'élévation qu'une marche dont la largeur est moindre ; et cela par la raison suffisamment claire que ce que l'homme perd en s'avançant et en montant en enjambant, il peut le regagner en n'étant pas obligé de lever trop fortement le pied. Il est donc d'usage de donner à une marche de $0^m,30$ de giron, $0^m,13$ environ de hauteur. Cependant pour les escaliers les plus habituels on donne aux marches de $0^m,25$ à $0^m,27$ de giron ou de largeur et $0^m,16$ d'élévation ou de hauteur.

Le second principe quant aux dimensions, c'est que la hauteur doit invariablement être la même pour toutes les marches sans exception d'un même escalier.

Pour les marches d'un escalier destiné aux maîtres de la maison, on doit donner $0^m,16$ de hauteur, avons-nous dit ; pour les marches d'un escalier de service, on peut leur donner jusqu'à $0^m,19$; mais il est convenable de ne jamais aller au-delà de cette hauteur, parce que des marches plus élevées deviennent de véritables casse-cou, surtout en descendant où l'on ne conserve plus assez de force d'équilibre dans la jambe qui plie en portant le corps. On ne doit donc donner la hauteur de $0^m,19$ aux marches d'escaliers, que quand la place est trop restreinte et qu'on ne peut faire autrement.

Il ne faut pas laisser dans la composition d'un plan, et surtout dans sa mise au net à l'échelle, l'emplacement de l'escalier en *blanc*, et simplement dire que c'est là qu'il sera. Il faut étudier les dimensions de cet emplacement, y tracer les marches, et voir s'il y a assez d'espace pour le développement de la quantité de marches nécessaires pour passer du rez-de-chaussée au premier étage et de celui-ci aux autres, etc.

On mesure toujours la largeur ou giron des marches *au milieu* de leur longueur, et jamais à aucune de leurs extrémités, dont la largeur est très-variable.

Le *palier* est un giron plus étendu que celui de la marche : c'est un repos observé aux angles ou pour mieux dire à chaque révolution d'escalier. Le palier interrompt les marches de l'escalier : il est quelquefois forcé, quelquefois arbitraire.

On nomme *rampe* ou *volée d'escalier* une suite non interrompue de marches d'un palier au palier suivant : on la fait d'ordinaire d'un nombre impair de marches ou degrés. Pour qu'un escalier soit facile, commode et d'un bon usage, on doit employer trois marches au moins, et vingt au plus.

La conception d'un bon escalier est une des parties les plus importantes et les plus difficiles du constructeur, et la construction d'un escalier irréprochable est également une des parties les plus importantes comme les plus difficiles de l'art de la charpente.

Chacun sait qu'il y a des escaliers de formes et de constructions diverses, et dont le constructeur doit connaître les différences et les noms.

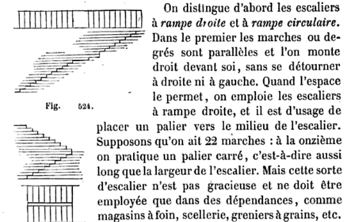


Fig. 524.

Fig. 246.

On distingue d'abord les escaliers à *rampe droite* et à *rampe circulaire.* Dans le premier les marches ou degrés sont parallèles et l'on monte droit devant soi, sans se détourner à droite ni à gauche. Quand l'espace le permet, on emploie les escaliers à rampe droite, et il est d'usage de placer un palier vers le milieu de l'escalier. Supposons qu'on ait 22 marches : à la onzième on pratique un palier carré, c'est-à-dire aussi long que la largeur de l'escalier. Mais cette sorte d'escalier n'est pas gracieuse et ne doit être employée que dans des dépendances, comme magasins à foin, scellerie, greniers à grains, etc.

Les escaliers à deux rampes contraires sont ceux qui commencent par un palier, tournent soit à gauche, soit à droite et se terminent par un autre palier ou plancher d'un étage supérieur, fig. 246.

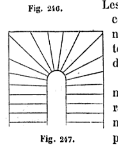


Fig. 247.

L'escalier à deux rampes contraires et à marches tournantes est celui qui a deux rampes comme les précédents, mais où les marches tournent en se continuant et remplacent le palier, fig. 247.

L'escalier à repos et d'un bel effet est celui dont les rampes sont droites et parallèles, formant des angles droits entre elles et terminées par des paliers carrés. On pratique cette sorte d'escalier dans les palais et les grandes maisons de ville et de campagne.

On a parmi les escaliers à rampe droite : 1° les escaliers à jour, dans lesquels on a laissé un vide entre les rampes; 2° les escaliers à quartiers tournants, dont les rencontres des limons de chaque rampe sont curvilignes ou circulaires ; 3° les escaliers en biais, ou ceux qui n'ont point d'ouverture ou de vide (nommé aussi *puits*), et dont les rampes, la balustrade et l'élévation progressive, ainsi que les contours, retombent dans les mêmes plans.

Au nombre des escaliers à rampe circulaire, on place 1° les escaliers *ronds,* dont les marches portent par un bout au mur de la cage et de l'autre au noyau du centre; 2° les escaliers *ronds suspendus,* dont le limon du centre décrit une ligne en spirale, en laissant un jour au centre ; 3° les escaliers en *fer à cheval,* dont la rampe est un peu plus que semi-circulaire, avec une rampe des deux côtés qui, en montant, se réunissent à un palier commun.

Les escaliers ronds ou circulaires sont ceux qui prennent le moins de place de tous les escaliers connus et employés : ce sont ceux qui sont employés dans les tours et tourelles de toutes nos églises du moyen âge que nous citons afin qu'on puisse se faire facilement une idée de cette sorte d'escalier. Quand on lui donne une largeur convenable, de 1^{m},30 par exemple ou plus, qu'il est éclairé par des jours directs, cet escalier peut être parfaitement employé pour des maisons particulières; mais mieux vaudrait encore employer l'escalier rond suspendu qui est d'un effet plus élégant.

Nous avons déjà dit que le nombre de marches pour un escalier dépendait naturellement de la hauteur du dessus du plancher du bas au-dessus du plancher du haut : mais ce nombre dépend et peut dépendre encore de la forme et de la dimension de la cage de l'escalier. De cette dernière dépend particulièrement la hauteur des marches, et c'est d'après cette hauteur que peut être déterminée la largeur du giron. C'est

pour cette raison qu'on ne peut pas toujours arriver à donner une proportion normale entre la hauteur de la marche et de son giron, proportion qu'on a fixée de la manière suivante.

On a considéré les escaliers comme des plans inclinés, dont l'ascension demande un plus grand effort, en raison des degrés qu'on y a pratiqués, que la marche sur une surface horizontale; et cet effort sera d'autant plus considérable que l'angle que forme la rampe avec la ligne de niveau est plus obtus. Si l'ascension de chacune des marches ne doit pas être pénible, il faut qu'elle soit en conformité avec le pas ordinaire de l'homme. Si, de plus, l'ascension commode des marches ne doit pas fatiguer pendant le parcours d'un escalier, il faut que le nombre de marches jusqu'aux paliers intermédiaires ne dépasse pas une certaine dimension. L'expérience a prouvé que la hauteur d'un degré ou d'une marche de $0^{m},305$ de largeur ou de giron était de $0^{m},14$ — $0^{m},305$ multipliés par $0^{m},14 = 0^{m},427$, nombre qui serait un numérateur constant pour la proportion en question. Supposons une marche de $0^{m},25$ de giron, on aurait alors $\frac{427}{25} = 0^{m},17$, ce qui n'est pas loin, comme on voit, de l'usage habituel. Nous répétons qu'il est d'un usage commun de donner aux marches de $0^{m},25$ à $0^{m},27$ de largeur, et cette largeur est d'une bonne proportion pour les marches d'escaliers dans les maisons particulières. Mais dans les escaliers de luxe pratiqués dans de grandes habitations où l'on ne vise pas précisément à l'économie, la largeur des marches ne devra jamais être moins de $0^{m},304$ ni jamais plus de $0^{m},48$.

Ayant déterminé les proportions (la largeur et la hauteur) des marches, il nous reste à indiquer le nombre de degrés nécessaire pour nous faire parvenir d'un étage à un autre. La démonstration, quoique un peu abstraite, n'est cependant pas bien difficile à comprendre et à suivre si l'on saisit bien notre raisonnement. Supposons que la distance ou hauteur du dessus d'un plancher au-dessus d'un autre soit de $4^{m},64$, ou, ce qui revient au même, 464 centimètres. Nous disons qu'une marche doit avoir $0^{m},16$ de hauteur; par conséquent, sans nous inquiéter de la forme et de la longueur des marches, nous devons chercher combien de fois 16 il y a dans 464; divisant donc

ce dernier nombre par 16, nous trouvons 29. Pour monter convenablement à un étage, placé à $4^m,64$ au-dessus d'un autre étage, il faut par conséquent construire un escalier ayant vingt-neuf marches de 16 centimètres de hauteur chacune. Maintenant, comme les marches doivent avoir 25 centimètres de giron ou de largeur, il s'ensuit qu'en mettant les 29 marches à la file les unes des autres, il faut $7^m,25$ pour ce qu'on nomme leur développement, car $29 \times 25 = 725$. Mais la profondeur d'une maison ordinaire n'est pas toujours assez considérable pour y trouver 7,25 en droite ligne, et, de plus, un escalier à rampe droite n'est pas élégant ni commode, parce qu'en descendant on a un trop grand vide devant les pieds, ce qui les rend incertains pour la plupart des personnes.

On a donc imaginé de faire tourner les escaliers et d'y pratiquer même quelquefois des repos, nommés paliers.

On a cherché le minimum de grandeur d'un espace dans lequel il serait possible d'établir un escalier circulaire et tournant sur lui-même comme une vis, dont les marches auraient 16 centimètres de hauteur ou de pas, 32 centimètres de giron ou de largeur, 97 centimètres de longueur et $1^m,95$ d'échappée (hauteur pour passer au-dessous d'une rampe d'escalier); ce qui a déterminé treize marches dans une révolution, et un espace circulaire de $2^m,31$ de diamètre, fig. 248.

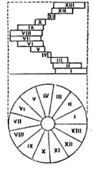


Fig. 248.

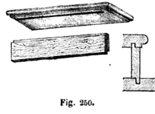
C'est par la raison que la place est souvent très-bornée et que les points de départ et d'arrivée sont déterminés, qu'on est quelquefois obligé de donner aux escaliers des formes contournées, afin d'avoir de l'échappée, c'est-à-dire, la facilité de pouvoir monter et descendre sans risquer de se heurter la tête contre le dessous des marches supérieures, lorsque l'escalier fait plus d'une révolution.

Les principales difficultés qui se rencontrent dans la conception et l'exécution des escaliers consistent dans la distribution des marches en plan, relativement aux points de départ et d'arrivée, surtout pour les escaliers de dégagement, dont

la cage est souvent très-bornée. Quel que soit le plan d'un escalier, il faut que la division des marches soit faite également sur une ligne qui passe par le milieu des rampes, qu'elles soient droites ou circulaires. Lorsqu'il y a des parties tournantes, leur division doit se faire sur un arc de cercle qui se raccorde avec le milieu des parties droites x, qui sont au-delà des cercles inscrits au droit des marches tournantes, fig. 249.

Fig. 249.

Tout escalier se compose 1° d'un *limon*, pièce de bois rampante, qui soutient les marches du côté du vide; quelquefois d'un *faux-limon*, pièce de charpente rampante posée contre le mur, laquelle ne reçoit pas le bout des marches comme le vrai limon, mais qui est découpée pour les porter en dessous et en appuyer les contre-marches; 2° de *marches*, pièces de bois sur lesquelles on pose le pied pour monter ou descendre; 3° de *contre-marches*, pièces de bois posées verticalement et qui font le devant de la marche.


Fig. 250.

Dans un escalier en charpente les marches peuvent être pleines ou non. Dans le premier cas, chacune d'elles est formée d'un seul morceau de bois, profilé et taillé selon la disposition de l'escalier; dans le second cas, les marches sont simplement en planches, alternativement verticales et horizontales, et assemblées à rainures et languettes. Les rainures se trouvent alors sur la marche, et les languettes sur la contre-marche. On construit des escaliers à limon *continu*, qui peut être de plusieurs morceaux dans son étendue rampante; les différentes parties de ce limon sont alors reliées entre elles par des plates-bandes en fer plat, entaillées de leur épaisseur et fixées à vis. Pour faire cette sorte de limon il faut mettre le plus grand soin à choisir du bois de chêne bien sec. Sans cette précaution les raccords des pièces se disjoindraient, produiraient un mauvais


Fig. 251.

effet et compromettraient même la solidité de l'escalier.

Dans ces escaliers à limon continu, les marches sont entaillées à crémaillère : le dessus de la marche se visse sur la partie horizontale du limon en crémaillère, la partie verticale de la crémaillère est coupée à onglet qui reçoit l'onglet de la contre-marche.

Fig. 252.

C'est ce genre d'escalier qu'on nomme *demi-anglais*.

La manière de construire un escalier dit à l'*anglaise* consiste à supprimer le limon, à faire les marches pleines et à recouvrement (avancement que fait une pièce de bois par-dessus le point où elle s'assemble avec une autre pièce), emboîtées l'une sur l'autre par un joint pendant. Dans ce cas il faut avoir soin de réunir les marches par des pièces de fer appelées clefs, entaillées dans les joints et serrées par-dessous au moyen de chevilles, pour prévenir le relâchement des assemblages.

L'escalier à l'anglaise ne s'emploie guère que pour des escaliers de luxe, où la dépense vient en second ordre.

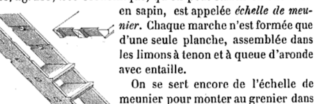
La forme circulaire ou elliptique de l'escalier est celle qui est le plus généralement adoptée pour les maisons particulières. Elle peut présenter des parties droites plus étendues. Quant au dessous des marches, il est d'usage de le plafonner sur lattis, comme les plafonds appliqués sur solives ; il est inutile de faire rabotter et lisser tout ce qui est caché, une fois l'escalier terminé, comme le dessous des marches et la face intérieure des contre-marches : ils peuvent rester bruts.

Il faut encore apporter un soin tout particulier à ce qu'il n'y ait pas le moindre aubier, ni de nœuds et gerçures dans les bois qui constituent un escalier. Le ver se met dans l'aubier, les nœuds et gerçures sont un obstacle pour la bonne peinture et sont toujours un mauvais effet. Quand on a le soin de recommander au charpentier de choisir ses bois pour les escaliers, et de lui dire qu'on veut les laisser apparents, on peut se dispenser de les enduire de couleur et se contenter d'y passer plusieurs couches d'huile. Alors le bois reste naturel et est d'un aspect agréable.

Dans les rez-de-chaussées dallés, on a l'habitude de poser la

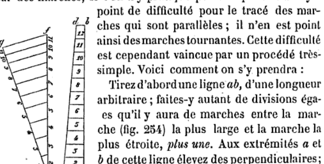
première marche d'un escalier, en pierre, afin de la garantir de l'humidité qui pourrait être produit par le dallage. Mais comme on élève beaucoup maintenant le sol des rez-de-chaussées, qu'on les parquette ou planchéie au lieu de les daller ou de les carreler, la première marche peut être en bois. Dans tous les cas, elle sert de base au limon, et son extrémité est assez habituellement circulaire. La courbe ordinairement donnée à cette première marche est celle d'un demi-cercle ou d'une volute ou spirale. Toutefois son contour doit toujours être subordonné à l'emplacement de l'escalier.

On construit des escaliers droits dans des dépendances, comme écuries, grenier à fourrages, etc. Cette sorte d'escaliers, fig. 253, très-économique, qu'on peut établir en chêne ou en sapin, est appelée *échelle de meunier*. Chaque marche n'est formée que d'une seule planche, assemblée dans les limons à tenon et à queue d'aronde avec entaille.


Fig. 253.

On se sert encore de l'échelle de meunier pour monter au grenier dans une maison d'habitation.

Quand une cage d'escalier forme un rectangle allongé, l'escalier se compose ordinairement de deux rampes droites jointes ensemble par des marches, si l'on n'y pratique point de paliers. Il n'y a point de difficulté pour le tracé des marches qui sont parallèles ; il n'en est point ainsi des marches tournantes. Cette difficulté est cependant vaincue par un procédé très-simple. Voici comment on s'y prendra :


Fig. 254.

Tirez d'abord une ligne *ab*, d'une longueur arbitraire ; faites-y autant de divisions égales qu'il y aura de marches entre la marche (fig. 254) la plus large et la marche la plus étroite, *plus une*. Aux extrémités *a* et *b* de cette ligne élevez des perpendiculaires ; donnez à l'une des perpendiculaires, à *ac*, pour longueur la plus grande largeur de

marche, donnez à l'autre, *bd*, pour longueur, la plus petite largeur de marche. Maintenant, si les points *c* et *d* sont joints par une ligne droite et que vous tiriez des perpendiculaires à la ligne *a b* par tous vos points de division, allant aboutir à la ligne *cd*, toutes vos perpendiculaires entre *ac* et *db* diminueront proportionnellement. Les perpendiculaires qui se trouvent entre les deux perpendiculaires extrêmes *ac* et *bd*, et qui sont indiquées par les nombres 2, 3, 4, etc., jusqu'à 10, doivent ensuite être rapportées sur une ligne *ef*, c'est-à-dire *ca* de *e* en *f*, et ainsi de suite. Du point *e* tirez une ligne *eg*, formant un angle arbitraire avec *ef*; donnez pour longueur à cette ligne l'étendue du limon, y compris le développement de la partie circulaire jusqu'à la marche la plus étroite; soit cette longueur, *eg*. Du point *f* joignez les deux lignes *ef*, *eg* par une ligne droite, et tirez ensuite des parallèles à cette ligne *gf* par les points que vous avez précédemment reportés sur la ligne *ef*. Les points que vous donneront ces parallèles sur la ligne *eg* seront les points où vos marches dansantes devront aboutir au limon.

Pour faire ce raccordement proportionnel des marches droites avec les marches tournantes, on peut encore employer le moyen suivant, qui est également géométrique. Il consiste dans le développement des parties de limon droit et courbe qui répondent aux petites et aux grandes longueurs de marches. La hauteur étant la même pour toutes, il en résulte des lignes de rampes différentes qui forment un angle F : ayant fait F 6 égal à FG, on élève des points 6, G, des lignes indéfinies perpendiculaires à la direction des rampes sur lesquelles ils se trouvent; le point H, où ces perpendiculaires se rencontrent, sera le centre de l'arc qui doit former le raccordement de ces lignes de rampe.

Les lignes des hauteurs de marches, tracées sur ce développement, donneront, par leur intersection avec la courbe de raccordement, les points 1, 2, 3, 4, 5 et 6 qui indiqueront la largeur du collet des marches contre les parties de limons droits et courbes. On aura ces largeurs progressives en abaissant les perpendiculaires 6 *a*, 5 *b*, 4 *c*, 3 *d*, 2 *e*, 1 *f*, qui donneront *a* 5, *b* 4, *c* 3, *d* 2, *e* 1 et *fB*, qu'on portera, dans le

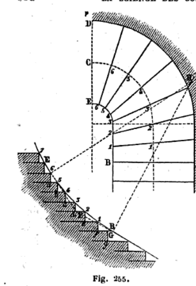


Fig. 255.

même ordre sur le plan en 6, 5; 5, 4; 4, 3; 3, 2; 2, 1; 1, *BA* : de ces points et de ceux qui divisent la ligne tracée sur le milieu de la largeur des rampes, divisée en autant de parties égales qu'il doit y avoir de marches, on tirera des lignes qui exprimeront la direction et le devant de chacune d'elles.

Enfin il y a encore une troisième manière de tracer un escalier tournant, à noyau évidé, représenté dans la fig. 256. De *e* en *b* il n'y a point de difficulté pour la division des marches. Dès que le point de centre de la courbe régulière du noyau évidé est déterminé, on trace ce noyau ainsi que la ligne de foulée, ou ligne qui passe au milieu de la longueur des marches, depuis la ligne de départ *o* jusqu'à la ligne d'arrivée *x*. Les lignes d'emmarchement sont menées d'équerre sur la ligne de foulée depuis la première jusqu'à la quatrième marche et depuis la dixième jusqu'à la treizième marche. Quant aux six autres marches, elles s'obtiennent en divisant d'abord la ligne *eb* en six parties égales.

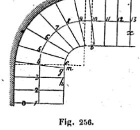


Fig. 256.

Ayant fixé ainsi la direction de la cinquième et neuvième marches, pour ne pas trop brusquer le passage des marches droites aux marches dansantes, il faut chercher le milieu *g* entre le point *e* et le point *h*, puis le milieu *m* entre le point *e* et le point *g*. C'est par ce point *m* qu'on fait passer la quatrième ligne d'emmarchement. Une opération semblable sera faite

pour la détermination de la ligne d'emmarchement de la dixième marche.

On appelle emmarchement l'assemblage d'une marche dans le *limon*, c'est-à-dire la quantité ou l'épaisseur dont une marche pénètre dans le limon pour s'y assembler.

La première marche d'un escalier, au rez-de-chaussée, est posée sur le sol. Quand la révolution de l'escalier qui conduit d'un étage à un autre est terminée, cette révolution aboutirait au vide si l'on ne prenait pas une disposition d'abord pour l'affermir, la consolider. A cet effet. on emploie ce qu'on nomme *marche palière,* qui soutient la partie supérieure de l'escalier. Cette marche est une pièce de bois scellée dans le mur d'*échiffre* (mur rampant sur lequel portent les marches et la rampe d'un escalier) qui forme les deux côtés latéraux de la cage de l'escalier. Ces murs d'échiffre ne sont quelquefois formés qu'avec de simples cloisons en briques à plat, ou bien avec de simples pans de bois.

La marche palière doit former la dernière marche en montant et toujours être dans le niveau du plancher de l'étage auquel elle aboutit. Elle forme encore le support. ou le pied ou le départ de la révolution suivante, c'est-à-dire de la révolution qui conduit à un autre étage. C'est sur la marche palière que se pose la contre-marche et le limon de la première marche d'un autre révolution d'escalier, conduisant d'un étage à un autre. Il faut éviter de faire porter sur la marche palière les solives de remplissage qui doivent former le plancher, palier ou repos auquel aboutissent les marches formant une révolution.

Des cintres.

Comme la voûte est la couverture d'un espace vide quelconque, on comprendra qu'elle ne peut être exécutée sans une sorte de support. A cet effet, on emploie ce qu'on appelle des *cintres,* ouvrages en charpente qui servent à soutenir la maçonnerie des voûtes pendant leur construction, et jusqu'à ce que la pose de leurs *clefs* ait donné la faculté de se tenir seules. Les cintres sont donc à ce point de vue de véri-

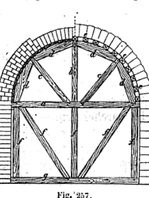
tables échafauds; mais ils ne sont que des étais, lorsqu'on les établit sous de vieilles voûtes qu'il s'agit de réparer ou de démolir avec précaution, soit pour prévenir les accidents qui pourraient arriver aux ouvriers, soit pour ménager les matériaux, qui se dégraderaient dans leur chute.

L'objet des cintres est donc de maintenir les voussoirs immobiles après leur pose, jusqu'à ce que la voûte qu'ils doivent former par leur réunion puisse être abandonnée à elle-même.

Il est facile de comprendre que les cintres varient en forme et en importance selon les travaux auxquels ils sont employés. Dans tous les cas, il faut qu'ils soient construits avec soin et exactitude.

Les cintres destinés à l'exécution des voûtes ont de l'analogie avec les fermes employées dans la charpente des combles; seulement les fermes sont à demeure, tandis que les cintres ne sont que temporaires.

Le cintre pour une voûte en berceau est formé d'un *entrait a,* pièce horizontale posée à la hauteur de la naissance de la voûte et dont l'objet est de porter les autres pièces de bois du cintre; d'un *poinçon b,* pièce de bois solide posée verticalement au milieu de l'entrait; de deux *fiches cc,* pièces biaises, assemblées dans l'entrait, au pied du poinçon; de *courbes d, d, d, d,* faisant l'office d'arbalétriers et destinées à recevoir les *madriers* ou *couchis e, e.* L'entrait *a* est soutenu par trois poteaux *f* dont la hauteur est déterminée par l'élévation de la cave, du sol à la naissance de la voûte; un de ces trois poteaux se place au milieu de l'entrait pour aider à supporter le poinçon, et les deux autres se placent contre les murs de retombée pour maintenir l'entrait à ses deux extrémités. Ces poteaux sont posés et assemblés sur une


Fig. 257.

autre pièce de charpente *g,* nommée *sablière* et qu'on établit bien de niveau sur le sol de l'espace à voûter.

On incline quelquefois les deux poteaux d'extrémité sous l'entrait; alors, dans cette position biaise, ainsi que l'indique la figure, ils prennent le nom de jambe de force.

Pour une voûte au-delà d'une dimension moyenne, le cintre doit être plus solide et se complique par conséquent. Au lieu seulement de deux fiches, on y ajoute des contre-fiches *d* côté droit de la figure 259.

Dans la construction d'une suite d'arcades on se sert de cintres avec deux arbalétriers *e,* sur lesquels on pose le pied des fiches et des contre-fiches; il est entendu que les poteaux soutiendront l'entrait, comme dans les exemples précédents. Voyez le côté gauche de la fig. 259.

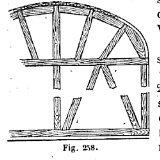


Fig. 258.

S'il s'agit d'une voûte surbaissée ou en anse de panier, on se servira du principe suivi dans la fig. 258 en allongeant la courbe, en se servant de fiches et de contre-fiches. On placera sous les contre-fiches des jambes de force, destinées à soulager l'entrait.

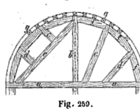


Fig. 259.

Les différents genres de cintres dont nous venons de parler, et qui s'appuient sur un certain nombre de supports posés sous l'entrait, s'appellent cintres *fixes.* Il y a un autre genre de cintres, nommés *retroussés,* parce qu'ils n'ont de points d'appui qu'à leurs extrémités ou à la naissance de la voûte; on emploie principalement des cintres retroussés pour la construction des ponts et des voûtes de grande étendue.

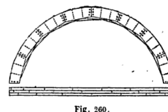


Fig. 260.

On se sert souvent pour

les courbes de deux ou trois planches clouées ou chevillées ensemble et auxquelles on fait suivre à l'extérieur la courbure de l'intrados de la voûte à construire. Mais les courbes de ce genre ne peuvent être employées que pour les voûtes légères et de peu d'étendue. Il est des joints de cet assemblage de planches, comme de ceux des joints des voussoirs. Il faut qu'ils soient perpendiculaires à la surface de la voûte, afin d'avoir toute la solidité désirable, fig. 260.

Il y a trois choses principales à observer dans les cintres. 1° Il faut que les cintres aient une force suffisante pour prévenir tout dérangement ou tassement pendant la construction de la voûte; 2° il faut ménager les moyens de donner du jeu aux cintres ou de pouvoir les baisser graduellement au-dessous d'une partie quelconque de l'arc ou de la voûte; 3° comme la construction des cintres demande généralement une assez grande quantité de bois de charpente, employée seulement à un usage temporaire, il faut éviter avec soin tout ce qui pourrait sans nécessité détériorer les pièces de charpente formant les cintres, afin de diminuer le moins possible leur valeur et pour qu'on puisse encore en tirer parti dans la suite.

Le choix des bois pour les cintres n'est pas indifférent; ils peuvent être neufs ou vieux; la distinction doit en être faite dans le mémoire, et il est bon de s'assurer quel est le genre de bois employé avant que la construction de l'arc ou de la voûte soit commencée. En France on a l'habitude de construire les cintres en bois de chêne et de prendre du bois blanc ou de sapin pour les couchis. Pour les cintres de petites dimensions on emploie le sapin en Angleterre et en Allemagne.

Comme l'ellipse se rencontre fréquemment dans l'intersection des voûtes en berceau, nous allons donner la manière de la tracer. Il est bien entendu qu'on ne se sert dans les cintres que de la moitié supérieure de l'ellipse.

Cette figure, courbe fermée, est une des plus remarquables de son genre; sa forme n'est point arbitraire, c'est pourquoi aussi elle est comptée au nombre des courbes régulières. Les planètes et leurs satellites ou lunes opèrent leur rotation en

forme elliptique, et l'ellipse, quelle que soit sa dimension, présente l'apparence la plus solide pour les voûtes.

L'ellipse peut être considérée comme le résultat de la section oblique d'un cylindre.

Nous avons déjà précédemment indiqué une méthode pour tracer l'ellipse page 220 : mais cette méthode n'est bonne que pour faire des études sur le papier, et elle serait d'une trop grande difficulté dans l'application pratique des travaux. Voici donc une autre méthode pour le tracé des ellipses qui peuvent servir à l'épure des voûtes et de leurs cintres.

C'est la meilleure et la plus simple des méthodes pour tracer l'ellipse ; elle consiste à en trouver le contour au moyen de deux foyers.

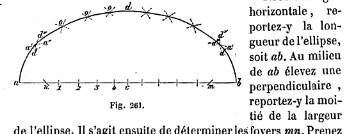


Fig. 261.

Tirez une ligne horizontale, reportez-y la longueur de l'ellipse, soit *ab*. Au milieu de *ab* élevez une perpendiculaire, reportez-y la moitié de la largeur de l'ellipse. Il s'agit ensuite de déterminer les foyers *mn*. Prenez la longueur *cb* comme rayon, et du point *d* comme centre faites à droite et à gauche deux petites sections sur le grand axe *ab*, aux points *mn :* ces points seront les foyers qui vont servir pour continuer l'opération. Divisez comme vous l'entendrez le grand axe *entre* les foyers, en n'importe combien de parties, ainsi que l'indique la fig. 261, par les nombres 1, 2, 3, 4 ; prenez la distance de *a* en 1 comme rayon, et, des foyers comme points de centre, dérivez les sections *a'a"* : prenez ensuite *b* 1 sur le grand axe, et, des foyers *mn* comme points de centre, dérivez les sections *d'd"* en coupant les sections *a'a"*. Prenez successivement *a* 2, *a* 3, *a* 4, *b* 2, *b* 3, *b* 4, et opérez avec ces rayons comme vous l'avez fait avec les rayons *a* 1, *b* 1. Plus vous aurez divisé le grand axe *ab* en un grand nombre de parties, plus vous aurez aussi tout naturellement de points indiqués pour faire passer la courbe de l'ellipse.

Une des principales propriétés des foyers consiste en ce que la somme des lignes tirées d'un point quelconque de la courbe à chacun des foyers est toujours égale à la longueur du grand axe; de sorte que *mo* ajouté à *on* représentera la même longueur que *ab*.

C'est sur cette propriété de l'ellipse qu'est fondée la manière de tracer l'ovale du jardinier, avec un cordeau et deux piquets. On place ces piquets aux foyers, et on y attache les deux bouts d'un cordeau dont la longueur doit être égale au grand axe; ensuite, avec une pointe ou un autre piquet, mis dans le pli du cordeau, toujours on trace la courbe en observant de tenir le cordeau également tendu. Par ce moyen on obtient une ellipse véritable. Mais cette pratique n'est suffisante que pour les opérations de jardinage, et elle n'offre pas assez de précision pour le tracé des épures. C'est pourquoi la manière de déterminer cette courbe par un nombre indéterminé de points est préférable.

Des étaiements.

On nomme étaiement la combinaison de plusieurs pièces de bois de charpente servant à supporter une partie de bâtiment qui menace ruine, ou qui est destinée à maintenir dans un état normal des portions de construction auxquelles on veut apporter des modifications. On se sert d'étaiements quand on veut pratiquer une baie de fenêtre ou de porte dans un mur existant, ou établir une porte cochère, en supprimant un trumeau qui se trouve au rez-de-chaussée.

Les pièces de bois de l'étaiement servent encore temporairement d'appui aux parties supérieures d'un bâtiment, dans le cas où l'on a l'intention de reprendre certains murs ou une partie quelconque de mur en sous-œuvre quand il menace ruine. Enfin l'étaiement sert de point d'appui à des portions de maçonnerie au dessous desquelles on veut supprimer celles qui existent pour les remplacer par un poitrail ou par une poutre armée.

Les étaiements sont principalement employés pour les remaniements de vieux bâtiments, pour y pratiquer de nouvelles

distributions, y faire des additions ou des soustractions. Mais c'est surtout quand on veut faire un rempiètement ou reprise des maçonneries en sous-œuvre qu'il faut employer les étaiements.

L'étaiement, pour être fait convenablement, demande quelque expérience; si cette opération n'est pas faite à propos et d'une manière pratique, elle contribue plus à la ruine d'un bâtiment qu'à son soutien. Comme les exemples peuvent varier à l'infini, il est impossible de prescrire aucune règle fixe à cet égard. Toute la science consiste à combiner les étaiements de façon à ce qu'ils soutiennent les parties qui sont en mauvais état, sans altérer la solidité des autres.

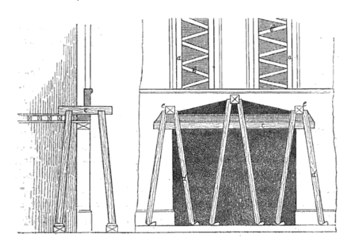


Fig. 202.

S'il s'agit d'étayer un mur de face pour soutenir un trumeau qui sépare deux fenêtres, afin de former en dessous une baie quelconque, une porte cochère par exemple, en supprimant une partie de maçonnerie qui se trouve au rez-de-chaussée, on commencera par appliquer des pièces de charpente verticales le long des jambages ou côtés latéraux des fenêtres des étages qui sont au dessus; ces pièces sont nommées *plates-formes ou couchis aa.* Ensuite on posera des pièces biaises *bb,* nommées

31.

étrésillons en travers, inclinées alternativement en sens contraire. Enfin on soutient la partie du trumeau conservée au moyen d'une forte pièce de bois *c*, appelée *poitrail*, et que l'on pose sur les jambages conservés des fenêtres supprimées au rez-de-chaussée.

La pose de ce poitrail se fait de la manière suivante. Sur les jambages conservés des fenêtres supprimées au rez-de-chaussée, on place des étais appelés *chevalements*, parce qu'ils ressemblent à de grands chevalets. Ces chevalements sont composés d'*étais dd* inclinés en sens contraire, qui supportent une forte pièce de bois *e*, nommée *chapeau*. Le pied de ces étais est coupé en biseau des deux côtés, et, afin que ce biseau porte dans toute son épaisseur sur la sablière, on y pratique des coins. Par le haut ces étais inclinés sont arrêtés contre la pièce qui traverse le mur, au moyen d'entailles pratiquées dans ces étais.

Quand les fenêtres supérieures sont étayées avec les couchis ou plates-formes et les étrésillons, on procède à la pose des chapeaux ou pièces qui traversent le mur ; à cet effet on fait des trous dans la maçonnerie assez grands pour y lancer les chapeaux. Après avoir posé sur le sol les sablières, on établit dessus les étais inclinés. Alors on dégage la maçonnerie et on commence l'opération de la pose du poitrail. Le chevalement doit naturellement rester en place jusqu'à ce que la maçonnerie de raccord soit entièrement terminée.

Quand il s'agit de la reprise en sous-œuvre d'un mur ou d'une simple restauration, on se sert pour l'étayer de ce que l'on nomme *étançons*. L'étançon est une poutre de bois de moyenne grosseur, appuyée avec une petite inclinaison d'une part sur le sol, et de l'autre encastrée dans le mur. Pour plus de réussite on pose un étançon de chaque côté du mur en danger de tomber. Le pied des étançons doit poser sur des madriers, afin de répartir leur action sur une grande superficie. Ce pied ou extrémité inférieure de l'étançon sera coupé en biseau peu sensible et roidi fortement par un coin chassé dessous à coups de masse.

Dans le cas où on aurait un mur de refend à soutenir, on posera à une certaine distance du mur une pièce de char-

pente, un bout de poutre d'environ $1^{m},50$ de longueur. Sur cette poutre sera placée une sablière inclinée vers le mur et de façon à former un angle droit avec la contre-fiche, dont l'extrémité inférieure sera coupée en biseau des deux côtés et roidie par un coin chassé dessous à coups de masse.

Lorsqu'il s'agira de la réparation d'un cintre ou de la reprise en sous-œuvre de ses pieds droits, on se servira de l'étaiement suivant qui se compose de quatre étais *gg*, portés sur une sablière *b*, d'un entrait *a*, huit fiches en poitrails *c* et *d*, de quatre couchis *ee*, de diverses cales *ff*. Nous ferons remarquer que le nombre ni la grandeur de ces diverses pièces ne sont point limités, et qu'ils peuvent varier suivant les besoins, l'apparence ou forme de la voûte, et le plus ou le moins d'importance de l'étaiement.

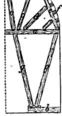


Fig. 263.

Nous n'avons donné ici que la moitié de cet étaiement, l'autre côté de gauche étant en tout semblable.

Quand il s'agit d'étayer un plancher afin de reconstruire le mur qui le supporte, on posera sur le sol des sablières d'équerre sur les solives ou en travers des solives : sur ces sablières on placera des étais qui supporteront un chapeau placé parallèlement et verticalement au-dessus des sablières. Le pied des étais sera coupé en biseau des deux côtés et roidi par un coin chassé à la pince pour ne pas causer d'ébranlements. Le coin en question sera fixé avec des clous sur la sablière afin de ne pas s'échapper.

Quand un mur de face ou de refend est à reconstruire dans toute sa hauteur, il faut que *tous* les planchers soient étayés. Il faut aussi prendre un soin tout particulier pour que tous les étais soient placés immédiatement les uns au-dessus des autres, avec des couchis ou sablières par le bas et des chapeaux par le haut.

Fig. 264.

Pour étayer les terres d'une tranchée, on pose horizontalement contre les parois de terre de la tranchée des couchis en planches, sur lesquelles on appuie des couchis debout maintenus de distance en

distance par des étrésillons, inclinés alternativement en sens contraire.

CHAPITRE VI.

Menuiserie.

La menuiserie est une des parties les plus importantes de la construction, car elle est l'art de travailler des bois de diverses natures et de qualités différentes, de les assembler, d'en former une quantité d'ouvrages aussi utiles que décoratifs. Elle exige un travail soigné et par conséquent des ouvriers habiles ainsi que des bois d'une belle nature.

La menuiserie se divise en deux parties distinctes. Tous les ouvrages appliqués aux murs, voûtes, plafonds et planchers des édifices et maisons particulières, sont compris dans ce que l'on nomme *menuiserie dormante.* On comprend généralement sous cette dénomination tous les travaux fixes exécutés par les procédés de cet art.

Dans la seconde partie, on range tous les ouvrages de menuiserie destinés à clore à volonté les baies et issues pratiquées dans les murs des constructions, pour y donner accès ou pour y laisser pénétrer l'air et la lumière. Ces ouvrages sont connus des architectes et des constructeurs sous le nom de *menuiserie mobile.* Il faut avoir soin de ne pas confondre ces deux espèces d'ouvrages.

Plus on remonte du midi au nord, plus aussi la menuiserie devient abondante et compliquée ; cela se comprend en tenant compte des intempéries de l'atmosphère et de la nécessité de vivre, par conséquent, plus longtemps dans les maisons dans les climats du nord que dans ceux du midi, où la vie est en grande partie passée en plein air.

Dans nos régions septentrionales, la menuiserie est devenue un puissant moyen d'assainissement pour nos habitations, et l'on en tire également un grand parti pour leurs décorations.

Les principaux bois employés dans la menuiserie sont le chêne tendre et dur et le sapin. On se sert cependant aussi, pour certains ouvrages de cet art, du châtaignier, du hêtre, du peuplier et du noyer. Le chêne employé dans la menuiserie est presque le seul bois qui exige un choix tout particulier. La qualité du bois est en raison du sol qui l'a produit. Le *bois français* ou *bois du pays*, qui est tiré du Bourbonnais, est à la vérité dur, mais il est aussi noueux, rebours, et difficile à travailler; sa couleur est d'un gris pâle; il est sujet à se tourmenter et ne doit être employé, dans la menuiserie, qu'à des ouvrages grossiers et qui ne demandent que de la solidité. Il ne doit jamais sous aucun prétexte être employé pour faire des panneaux qui se fendraient ou se *cofineraient*, c'est-à-dire qui se tourmenteraient et se gauchiraient.

L'autre chêne de pays, tiré de la Champagne, est plus tendre et moins noueux que le précédent; il est d'une couleur jaunâtre et peut être employé à des panneaux lorsqu'il est bien sec, et après qu'il aura été refendu en planches ou *voliges*, et qu'il aura été exposé pendant quelque temps à l'air.

La Lorraine ou les Vosges fournissent le chêne tendre : à l'opposé des précédents, il est presque sans nœuds ni *galles* (petites excroissances et boursouflures formées par des insectes qui pour s'y loger endommagent la surface du bois, sans pour cela le mettre hors de service). La couleur de ce bois est très-belle, le plus tendre est d'un jaune clair parsemé de taches rouges. Ce dernier ne doit s'employer que pour les panneaux et les ouvrages de sculpture, jamais pour les pièces d'assemblages. Car étant très-gras, comme on dit, ses fils trop courts l'exposent à se rompre.

Le chêne dit de Fontainebleau tient le milieu entre le bois français et le bois des Vosges, dit aussi de Hollande; il est moins dur que le premier et moins tendre que le second; il est excellent pour l'assemblage ainsi que pour les moulures. Il se travaille facilement, prend mieux le poli que le bois des Vosges qui, étant trop gras, a ses pores très-ouverts et reste toujours rude, quelle que soit la précaution prise en le travaillant. Mais le bois de Fontainebleau est sujet à être piqué par une espèce de ver qui y fait des trous de la grosseur d'un doigt sur 13 à 17

centimètres de longueur et même plus, qu'on n'aperçoit quelquefois que lorsque l'ouvrage est presque terminé. Il se fend aussi par le milieu, n'est propre que pour les bâtis et presque jamais pour les panneaux. Sa couleur est très-belle et un peu plus foncée que celle du bois des Vosges; son grain aussi est plus serré et ses pores moins ouverts.

Mais le plus beau bois de chêne pour la menuiserie est celui dit du *nord* et qui nous vient de Russie. Il est dur, sans nœuds ni gerçures, d'une couleur jaune tirant un peu sur le gris, et est propre aux assemblages comme aux panneaux, surtout quand il est bien sec. Il n'y a guère qu'un quart de siècle que ce bois a été introduit en grande quantité en France.

Le sapin est, comme le chêne, propre aux ouvrages de menuiserie; mais il en existe de diverses qualités. Les sapins qu'on emploie à Paris, dans ses environs et encore dans d'autres parties de la France, sont principalement tirés de l'Auvergne et des Vosges; le premier a beaucoup de nœuds et se travaille avec difficulté; le second en a moins et est plus uni; mais ces deux espèces de sapins sont altérées par les saignées qu'on y pratique afin d'en extraire le corps résineux. Elles sont par conséquent sujettes à s'échauffer et à être attaquées par les vers. Il faut donc avoir soin de ne les employer qu'à de légers ouvrages, tels que cloisons, petites portes ou tablettes. Les autres ouvrages exécutés en sapin d'Auvergne ou des Vosges coûteraient trop cher, attendu leur peu de durée et leur mauvais usage. On peut cependant parvenir à les garantir d'une destruction trop prompte en leur donnant une ou deux couches de peinture à l'huile.

Il n'en est point ainsi du bois de sapin dit du *nord* qui vient depuis une trentaine d'années de Suède, de Norvége et de Russie. Il est aussi connu sous le nom de *sapin rouge*. Il est d'une excellente qualité; il a non-seulement une solidité presque égale à celle du chêne, mais il est encore d'une couleur plus agréable et a des veines nuancées qui sont d'un bel effet, avantage qui lui permet, plus qu'à tout autre bois indigène, d'être employé sans le secours de la peinture. On peut se contenter de lui donner une couche d'huile sans couleur, ou simplement un vernis. Le sapin du nord se travaille au moins aussi bien que les chênes

français et pèse beaucoup moins. Sa durée est considérable, parce que, avant d'être coupé, on n'en a pas extrait la résine, comme il est d'usage de le faire pour ceux d'Auvergne et de Lorraine.

La preuve de l'excellente qualité du sapin du nord, c'est qu'il est employé dans une grande partie de l'Allemagne et en Angleterre pour la charpente des planchers et celle des combles. Il convient cependant de ne pas l'exposer aux variations trop violentes de l'humidité et de la sécheresse. Nous avons souvent vu dans le nord de l'Europe des perrons en bois de sapin qui avaient au-delà d'un demi-siècle d'existence, dont les crémaillères posaient à leur pied sur des dés en pierre ou maçonnés en brique. On a eu soin d'enduire de plusieurs couches de bon goudron les faces non apparentes et surtout celles qui posent sur les dés. Les perrons en bois de sapin peuvent être employés pour les maisons de campagne et offriraient une grande économie. Il convient de leur donner plusieurs couches de peinture à l'huile et de les bien entretenir en bouchant les gerçures qui pourraient se produire par la chaleur du soleil. On devrait aussi tous les deux ans les couvrir d'une nouvelle couche de peinture.

Le peuplier est un bois dont on fait un grand usage dans la menuiserie. Le peuplier blanc et le grisard ou grisaille, dit de Hollande, s'emploient beaucoup à Paris et dans les environs. Quand ces bois sont bien secs et bien choisis, ils sont quelquefois préférés au sapin et plus particulièrement le grisard. Leurs pores sont plus serrés, et on les travaille en général avec plus de propreté et de solidité. On en forme de belles boiseries qui ont une longue durée si on ne les place pas dans les lieux humides. Le peuplier reçoit un beau poli qui manque toutefois d'éclat.

On fait moins de cas du peuplier d'Italie que des autres espèces de cet arbre, parce que sa contexture est spongieuse et qu'il pourrit facilement.

Le bois de noyer est plein, liant, ondulé, d'une dureté moyenne et facile à travailler; c'est un des plus beaux et des meilleurs bois de l'Europe. Dans les contrées où le bois de noyer n'atteint pas un prix trop élevé, les menuisiers en font usage pour les lambris et surtout pour les meubles. On peut faire des

assemblages en noyer pour portes d'appartements avec panneaux en sapin du nord, le tout couvert d'une couche d'huile simple et d'un vernis, ce qui fait une menuiserie riche et agréable à la vue.

Le bois de châtaignier est dur et compacte, très-propre aux ouvrages de menuiserie : sa couleur approche de celle du bois de chêne, mais il est moins résistant, et, lorsqu'il est vieux, il devient cassant et sujet à se fendre.

L'orme est un bois plein, ferme, liant, facile à travailler, mais il est sujet à se tourmenter. On en fait peu d'usage pour cette raison : il est cependant très-propre à faire des pièces cintrées. Le bois d'orme est bien nuancé et tout pointillé. Il ne prend que difficilement le poli, mais bien le vernis. Si un tenon de bois dur et qui ne fléchit point est chassé à grands coups de marteau dans une mortaise taillée dans du bois d'orme, les fibres de celui-ci, forcées de céder à l'impulsion, réagissent ensuite contre le tenon en le serrant ensuite comme dans un étau.

Les différents bois employés dans la menuiserie doivent être parfaitement *sains* et *secs.* Ils doivent être débités dans le droit fil, sans aubier, sans nœuds vicieux, sans *malandres* (veines, tantôt blanches ou rouges, qui tendent à la pourriture), sans *gélivures* (fentes causées par les fortes gelées), sans *roulures* (défaut de liaison qui se trouve entre la séve d'une année avec celle de la précédente, de sorte que le bois se sépare de lui-même), sans piqûres de vers rongeurs ni aucune pourriture.

On comprend encore dans le nombre des défauts des bois les galles et les fistules. La fistule est la trace que l'on rencontre quelquefois des coups d'outils, tels que les haches, les cognées, etc., etc.

On appelle *bois d'échantillon* les bois débités dans les dimensions appropriées aux diverses exigences de la menuiserie. Ces bois prennent divers noms particuliers selon la forme qu'ils ont reçue, ou selon l'usage auquel ils sont spécialement destinés.

Ce sont surtout le chêne, le sapin et le peuplier qui se trouvent dans le commerce préparés d'avance, et nous donnons ici les noms et les dimensions de tous les morceaux ou pièces qui sont débités dans ces trois espèces d'arbres.

Bois de chêne.

Les *battants de porte* cochère sont les plus grands bois de l'essence de chêne; on les trouve par morceaux de 4 mètres sur 0^m,32 à 30 de largeur et 0^m, 10 d'épaisseur.

La *membrure*, destinée à former les bâtis de la plus forte menuiserie, tels que battants, montants et traverses, se trouve par morceaux de 1^m,95, 2^m,27, 2^m,92, 3^m,90, 4^m,85 sur une largeur de 0^m,16 et une épaisseur de 0^m,081.

Les *chevrons*, destinés à des ouvrages du même genre que la membrure, portent la même longueur, quelquefois plus, sur 0^m,081 et rarement 0^m,095 de largeur sur 0^m,081 d'épaisseur.

La *doublette*, qui s'emploie pour les bâtis de moindres dimensions, se trouve, comme toutes les planches de chêne, par longueurs de 1^m,95, 2^m,27, 2^m,60, 2^m,92, 3^m,25, 3^m,90 sur 0^m,650 à 0^m,657 d'épaisseur et 0^m,298 ou 0^m,325 de largeur.

On classe sous le nom de *planches* toutes les feuilles qui ont de 0^m,034 à 0^m,038 d'épaisseur sur 0^m,244 à 0^m,258 de largeur, sur les mêmes longueurs que la doublette.

Les *entrevoux* sont les planches de 0^m,298 à 0^m,325 d'épaisseur sur mêmes largeurs et longueurs que les précédentes.

Le *panneau* est une planche de 0^m,018 à 0^m,020 d'épaisseur, sur les mêmes largeurs et longueurs que celles qui précèdent.

Le *feuillet* ne porte que 0^m,011 à 0^m,014 d'épaisseur, sur les mêmes largeurs et longueurs que les planches.

Enfin, le *merrain* a 1^m,30 à 1^m,46 de longueur sur 0^m,034, 0^m,041, 0^m,047 d'épaisseur et de 0^m,135 à 0^m,162 de largeur.

Bois de sapin.

L'échantillon le plus fort du bois de sapin est nommé *madrier;* il porte de 3^m,57 à 3^m,90 de longueur sur 0^m, 33 de largeur et 0^m,054 à 0^m,061 d'épaisseur.

A la suite du madrier il y a encore des planches de sapin de 0^m,041 à 0^m,047 d'épaisseur.

Les *sapins de forte qualité*, tirés d'Auvergne, ont toujours 0^m,034 d'épaisseur sur 3^m,90 de longueur et 0^m,33 de largeur.

Les *sapins ordinaires* qui viennent de Lorraine ont $0^m,025$ à $0^m,027$ d'épaisseur, $3^m,57$ à $3^m,90$ de longueur, de $0^m,217$, $0^m,271$ et $0^m,325$ de largeur.

Le *feuillet de sapin* porte $0^m,016$ à $0^m,018$ d'épaisseur; il a tantôt $0^m,217$, $0^m,271$, $0^m,325$ de largeur et $3^m,57$ à $3^m,90$ de longueur.

On emploie aussi dans la menuiserie du sapin dit *de bateau*, qui provient du déchirage des bateaux qui apportent des marchandises et qu'au lieu de faire remonter les cours d'eau on déchire sur place. On emploie ce sapin pour cloisons de distribution, hourdées ou recouvertes en plâtre. On utilise souvent le plus beau comme bois neuf, pour tablettes, cloisons et même quelquefois pour planchers économiques. Les bordages des bateaux en question sont des planches, qui portent jusqu'à $19^m,50$ de longueur sur $0^m,487$ au plus de largeur et $0^m,068$ d'épaisseur. On tire des bordages, appelés *plats-bords*, des chevrons qui se débitent à $0^m,088$ de largeur et qui portent de $0^m,054$ à $0^m,067$ d'épaisseur. Ces plats-bords s'emploient aussi en planches entières pour divers ouvrages qui exigent de fortes dimensions en longueur.

Bois de peuplier.

Ce bois se débite d'ordinaire en deux échantillons : 1° en *voliges*, 2° en *planches*. Les premières ont $0^m,014$ à $0^m,016$ d'épaisseur, sur environ $0^m,217$ de largeur; les secondes ont $0^m,027$ d'épaisseur et portent de $0^m,229$ à $0^m,243$ de largeur.

Il résulte des observations nombreuses faites sur les effets occasionnés dans les bois par les variations de température que, dans la menuiserie, la tendance naturelle des bois refendus à se courber dans le sens de leur largeur, et la variabilité de leur volume, sont deux grands obstacles que cet art doit sans cesse avoir en vue de surmonter dans ses ouvrages.

Une règle de sapin bien sec, de $12^m,30$ de longueur, exposée alternativement à l'humidité et à la sécheresse, n'a varié dans ce sens que de $0^m,112$, et une pareille en chêne de $0^m,1880$. Les mêmes règles, exposées au soleil après avoir été mouillées, ont varié, savoir celle en chêne de $0^m,2820$ et celle en sapin de $0^m,1592$.

Ce qui donne dans le premier cas $\frac{1}{10944}$ pour la variation que peut éprouver en longueur le bois de sapin, et $\frac{1}{5566}$ pour celle du bois de chêne, employés l'un et l'autre à l'intérieur; et dans le second cas $\frac{1}{4377}$ pour le bois de chêne exposé à l'extérieur, et pour le sapin, à même exposition, $\frac{1}{9120}$.

Quant à la variation dont le bois de sapin est susceptible dans le sens de sa largeur, elle va de $\frac{1}{75}$ à $\frac{1}{360}$, et celle qu'éprouve le bois de chêne, de $\frac{1}{83}$ à $\frac{1}{412}$; d'où l'on peut déduire la variation moyenne du sapin à $\frac{1}{217}$ et celle du chêne à $\frac{1}{248}$. Il résulte des expériences faites que le bois de sapin éprouve, dans le sens de sa largeur, une variation 42 fois plus grande que celle qu'il éprouve dans sa longueur, et que dans le bois de chêne cette variation n'est que 22 fois plus grande.

D'où il suit qu'un montant de 1ᵐ,949 de longueur en bois de sapin ne peut éprouver, dans sa longueur, qu'une variation de 0ᵐ,0225 qui n'est pas sensible, tandis qu'un panneau de 1ᵐ,949 de largeur en même bois peut varier de 0ᵐ,9023; et qu'en bois de chêne, un montant de 1ᵐ,949 peut éprouver dans sa longueur une variation de 0ᵐ,0376, qui devient un peu plus sensible, et que, dans un panneau de 1ᵐ,949 de largeur en même bois; la variation peut être de 0ᵐ,2704.

Des planchers et des parquets.

Les ouvrages les plus simples de menuiserie sont les revêtements en bois des aires des planchers et des murs intérieurs. Le plancher est un assemblage jointif de planches de chêne ou de sapin, entières ou refendues, placées en divers sens sur les lambourdes ou directement sur les solives. Les planchers sont formés de planches corroyées, jointes à rainures et languettes.

La rainure est une petite entaille rectangulaire faite en long ou en large dans un morceau de bois pour y assembler une autre pièce ou pour servir à une coulisse. (Détail de droite de la fig. 265.)

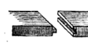


Fig. 265.

La languette est une partie rectangulaire de l'ais qui est amenuisée au moyen du rabot pour entrer dans un autre ais ou morceau de bois. (Détail de gauche de la fig. 265.)

Les planchers faits en planches refendues ou en *alaises* et qu'on nomme *planchers à frises* sont infiniment préférables aux planchers faits de planches de toute largeur, parce que, moins le bois est large, moins aussi est le travail inévitable dans ce bois. Quand les planches n'ont pas la longueur de la chambre, on les rejoint habituellement bout à bout, en faisant usage de rainures et de languettes. Mais quand on veut obtenir plus de solidité, on divise la surface du plancher par travées, suivant la longueur des bois à employer, que l'on réunit au moyen de frises placées en sens contraires, dans lesquelles viennent s'assembler les extrémités des alaises ou frises. En variant la direction des planches dans chaque travée, on peut obtenir une véritable décoration avec les planchers de frises. La combinaison de la fig. 267 est nommé *points de Hongrie* ou *en fougère*.

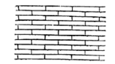


Fig. 266.

Pour former un plancher à points de Hongrie avec toute la correction convenable et nécessaire, il faut commencer par établir une frise autour de la pièce et qui servira d'encadrement à l'ensemble du plancher. Ensuite il faut diviser l'espace compris entre les deux frises longitudinales, en un nombre impair de parties égales, dont la largeur peut varier de $0^m,75$, $0^m,78$ à $0^m,92$, afin de produire des diagonales de 1 mètre à $1^m,30$ de longueur. Pour $0^m,974$ de longueur, les planches doivent avoir $0^m,08$ de largeur, et $0^m,10$ pour $1^m,30$ de longueur. A l'égard de l'angle, que les planches doivent former entre elles, il faut qu'il soit un angle droit ou à 90 degrés. Quant à la manière de les raccorder à leur rencontre, elle peut varier, ainsi qu'on le voit dans les figures 267, 268, sans que la solidité de l'ouvrage en éprouve la moindre altération.

Fig. 267.

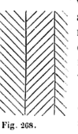
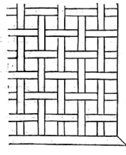


Fig. 268.

On doit distinguer le parquet du plancher : le premier est un assemblage d'une superficie plus ou moins grande de frises,

de traverses et de panneaux carrés, disposés par compartiments réguliers afin de former des surfaces d'une étendue déterminée et qui ne sont pas sujettes à se tourmenter, par la raison que les morceaux de bois employés sont de petites dimensions. Car plus les bois sont petits, moins les effets qu'occasionnent les variations de température sont sensibles.

On nomme parquet sans fin celui qu'on peut construire sur place; mais les menuisiers l'établissent ordinairement par feuilles, pour utiliser les bouts de bois qui leur restent. Les parquets sans fin, appelés aussi *parquets d'assemblage*, sont composés de morceaux de bois assemblés à tenons et à mortaises, et forment des feuilles carrées qui ont depuis 0m,974 jusqu'à 1m,212. Les feuilles se composent de bâtis et de panneaux arasés; l'épaisseur des différentes pièces peut varier depuis 0m,027 jusqu'à 0m,054. Quelle que soit la manière dont on emploie ce parquet, toute la perfection de sa construction consiste à éviter la multiplicité des joints d'onglets (ou joints coupés diagonalement suivant l'angle de 45 degrés ou moitié de l'angle droit), qui le rendraient d'une exécution difficile et beaucoup moins solide. Avant d'exécuter un parquet d'assemblage, le propriétaire fera bien de se faire présenter un dessin de grandeur naturelle des feuilles, afin de s'assurer par lui-même si l'inconvénient signalé a été évité. Il faut donner à chaque pièce carrée une longueur égale à deux panneaux carrés, plus la longueur d'une autre pièce qui sépare lesdits panneaux et vient s'assembler dans son milieu. Les panneaux sont assemblés dans les traverses à rainures et à languettes. Les feuilles de parquet se joignent de la même manière les unes avec les autres.


Fig. 260.

La construction étant toujours la même, l'explication que nous venons de donner mettra à même de l'appliquer aux différentes combinaisons qu'on peut former avec cet assemblage, tels que le parquet à *petites feuilles*, celui à *grandes feuilles*, et enfin celui à compartiments.

Si l'on emploie à la construction des parquets des bois de diverses essences, et par conséquent de diverses teintes, on obtiendra des mosaïques d'une belle apparence et peu dispendieuses, à moins qu'on ne fasse emploi de bois exotiques ou étrangers, qui sont d'un prix plus élevé. Composée de pièces assemblées à rainures et à languettes, avec clefs, cette sorte de parquet se monte sur place sur des planchers de chêne ou de sapin du nord, joints également à rainures et à languettes et bien assujettis sur les lambourdes.

Quand bien même on ne mettrait pas de frise courante au pourtour de la pièce, le long des murs, il est toujours convenable d'en placer une au-devant de la cheminée et d'entourer le marbre qui orne l'âtre par un encadrement d'une largeur égale à celle des bâtis du parquet. Ce sera aussi dans les parois de ce cadre que viendront s'assembler les feuilles à rainures et à languettes.

Il est d'usage d'employer, pour les feuilles de parquet, du merrain, bois d'échantillon qui a été fendu et non débité à la scie. Le merrain est du chêne du nord : ses dimensions varient, mais le plus communément il a $1^m,30$ à $1^m,46$ de longueur, sur $0^m,034$, $0^m,041$, $0^m,047$ d'épaisseur, et de $0^m,135$ à $0^m,162$ de largeur. Quand on a soin de le choisir, et surtout de contrarier le fil du bois, on obtient des effets semblables au tissu de la moire.

Il convient de toujours choisir pour les feuilles de parquet du bois dur, dont les fibres sont bien entières, ce qui lui donne plus de force et le fait mieux soutenir les fardeaux et le frottement occasionné par la marche ou les pas de l'homme.

Si un parquet est établi dans un bâtiment neuf, il faut avoir soin de faire poser les lambourdes (pièces de bois de $0^m,054$ à $0^m,08$ de grosseur, scellées et arrêtées sur le plancher de charpente, ou solives pour porter le plancher ou parquet) un peu *bouges*, c'est-à-dire un peu relevées vers le milieu de la pièce, surtout lorsqu'elle est d'une certaine dimension, afin que, lorsque les planchers viennent à faire leur effet, ils soient toujours droits ou de niveau.

Les lambourdes posées solidement sur la charpente, on fixe le parquet avec des pointes qui n'ont pas de tête et dont on se

sert aujourd'hui généralement en tous lieux. Les bouts de ces pointes sont invisibles, car elles doivent être enfoncées ou chassées dans l'épaisseur des frises ou planches. Pour avoir de bons planchers et de bons parquets, il faut d'abord avoir un grand soin dans la pose des lambourdes. Il faut faire en sorte que leurs superficies supérieures, celles qui sont destinées à recevoir le plancher ou le parquet, soient dans un seul et même niveau, à l'exception des grandes pièces dont nous avons parlé plus haut. Il faut autant que possible éviter l'emploi des fourrures, petites pièces de bois, peu, mais plus ou moins épaisses, qu'on met sur les lambourdes pour racheter un défaut de niveau. Il faut ensuite choisir du bois sain, autant que possible sans nœuds, et surtout ne jamais souffrir d'*aubier;* il faut que le bois soit également sans fentes ni gerçures. Il faut que les planches ou frises soient bien dressées, que leurs arêtes soient franches et vives, que leurs faces soient bien d'équerre entre elles, et que les bouts soient bien à angle droit dans la longueur de la frise. Il faut aussi que les onglets soient taillés avec précision à 45 degrés, afin qu'il n'y ait point d'intervalle entre les pièces juxtaposées. Enfin, pour avoir de beaux planchers, il faut choisir d'excellentes qualités de bois et exiger que la façon soit donnée à des ouvriers habiles qui ont fait leurs preuves en fait de main-d'œuvre.

On ne doit poser les planchers et parquets dans les bâtiments neufs que lorsqu'ils ont déjà des volets ou persiennes. Mieux voudrait encore ne poser les planchers qu'après la pose des fenêtres, afin d'éviter l'influence des courants d'air ainsi que les mauvais effets des variations de la température. S'il est possible, on ne posera les planchers ou parquets qu'en été, ou dans un temps sec. Pendant l'hiver les molécules du bois se ramollissent, absorbent l'humidité, donnent à la matière plus de développement, qui est détruit ensuite par l'action de la sécheresse au printemps et en été. Voilà la cause de ces planchers à joints ouverts, à moins qu'ils n'aient été exécutés en bois vert.

Quand un plancher est posé, on devra avoir la précaution de le couvrir également d'une couche épaisse de copeaux ou de toute autre matière qui l'empêchera d'être exposé trop subitement au contact de l'air, qui est toujours très-abondant et très-

actif dans les bâtiments neufs. On comprendra, et cela va sans dire, qu'on doit éviter dans les premiers temps de laisser tomber les rayons du soleil sur un plancher neuf.

Si l'on pose des planchers dans un rez-de-chaussée peu élevé du sol naturel, pour empêcher le bois de pourrir, on peut introduire l'air extérieur, en faisant de petites ouvertures aux murs de façade et en établissant des courants d'air en dessous du plancher. Le père de l'auteur de ce livre a souvent pratiqué ce moyen pendant de longues années, en Europe comme aux États-Unis d'Amérique, et toujours avec le meilleur résultat.

Dans le cas où l'on aurait à poser des planchers au nord, dans des lieux humides, on peut encore avoir recours à des moyens artificiels de conservation. Il existe un procédé américain qui est fort simple. Quand le bois est scié ou fendu, on façonne les différentes pièces à employer, et on les met à couvert pendant huit ou dix jours pour les empêcher d'être mouillées. Chaque jour on leur applique avec une brosse grossière une couche d'acide pyroligneux qui finit par les pénétrer à $0^m,025$ ou $0^m,020$ de profondeur.

On est souvent obligé dans certaines localités de se servir de bois tendre pour planchers; dans certains cas on s'en sert aussi par économie. On a réussi à trouver le moyen de donner de la durée à ce bois. On se sert pour le durcir et le conserver contre l'humidité d'une dissolution de sulfate de cuivre. Deux kilogrammes suffisent pour sulfatiser un mètre cube de bois. On verse dans un chaudron la dissolution du sulfate de cuivre, composée de 93 parties d'eau et de 7 parties de sulfate de cuivre (couperose bleue vulgaire), en supposant qu'il y ait 100 parties d'eau.

Comme il serait très-long de faire cette composition, on a un instrument nommé aréomètre de Baumé : on le plonge dans le liquide, et l'on ajoute soit dela coupe rose, soit l'eau, jusqu'à ce que l'aréomètre marque 7 degrés. On chauffe pendant une heure ou une heure et demie au plus à 70 ou 80 degrés centigrades; l'eau bout à 100 degrés, il s'agira tout simplement d'entretenir un petit bouillon pendant tout le temps que le bois restera dans la solution. Lorsqu'au bout d'une heure et demie il en est enlevé, on ajoute de la dissolution pour remplacer

le liquide absorbé par le bois, et continuer l'opération.

Le liquide, chargé de sulfate de cuivre, pénètre dans les cellules du bois par la capillarité, lorsque le bois est sec et que les cellules sont vides. Quand le bois est vert et que les cellules sont encore remplies par la séve, le liquide chasse cette dernière et se met à sa place. Il en résulte qu'il faut laisser plus longtemps dans la dissolution le bois vert que le bois sec, le bois dur que le bois tendre.

Une autre procédé peut donner au bois une très-grande dureté, c'est de l'imbiber d'huile de lin ou de graisse et de l'exposer pendant un certain temps à une chaleur modérée. Il devient lisse, luisant et très-dur quand il est refroidi.

Pour faire un parquet en mosaïque de couleur, on se servira du rouge, du noir et du jaune.

Pour teindre le bois en rouge il faut réduire en poudre 122 grammes de bois de Brésil, faire bouillir jusqu'à réduction de moitié, dans 0 litre 568 d'eau, avec 30 grammes 59 de crème de tartre et autant d'alun. On peut obtenir un résultat encore plus sûr en substituant du fort vinaigre à l'eau et en supprimant la crème de tartre.

Si on supprime la crème de tartre en employant de l'eau au lieu de vinaigre, on n'obtiendrait qu'une teinture rose qui ne serait d'aucune utilité pour des parquets.

Pour teindre du bois en jaune, il faut le plonger dans une décoction de gaude à laquelle on ajoute une petite quantité de soude.

Pour teindre du bois en noir, il faut mêler ensemble parties égales d'acide sulfurique et d'eau, et y plonger le bois. En faisant quelques expériences de teintures de bois, on arrivera, en cherchant, à la teinte qu'on a en vue d'obtenir. Si le noir par exemple ne se manifestait pas, ce serait une preuve que la liqueur ne serait pas assez active relativement à la nature du bois, et il faudrait la rendre plus pénétrante en augmentant la quantité d'acide sulfurique. Quand la teinture noire du bois est devenue bien foncée, on peut encore en rendre la couleur plus vive en le frottant avec de l'essence de térébenthine.

Pour teindre le bois en noir, on peut le faire bouillir dans l'huile de lin et le frotter ensuite d'acide sulfurique, ou le faire

bouillir dans une décoction d'une partie de noix de galle, d'une partie de sulfate de fer ou couperose verte, et enfin trois parties de bois de campêche. On peut encore frotter le bois avec de la limaille de fer bouillie dans du vinaigre. On répète cette double opération, et le bois devient d'un noir de jais.

Il serait à désirer qu'on sortît de la monochromie des planchers, si universelle en France et maintenue par une déplorable routine. Le propriétaire qui utiliserait la coloration des bois que nous venons d'indiquer serait charmé de voir dans sa maison, au moins pour le salon, un parquet en mosaïque, dont la dépense serait tout à fait insignifiante. On admire les beaux planchers en marqueterie de couleur dans les palais et monuments publics; dans les simples habitations particulières de l'Italie, on marche avec plaisir sur les sols en mosaïques formés d'une sorte de stucs de couleur, et, chez soi, on ne songe nullement à colorer diversement les morceaux de bois qui composent la superficie sur laquelle on marche !

Des lambris.

Les lambris sont des ouvrages de menuiserie dont on revêt les parois intérieures des murs : on en distingue de deux sortes, l'un qu'on appelle *lambris d'appui* et l'autre *lambris de hauteur*. Les lambris d'appui sont destinés aux lieux que l'on veut tapisser ou peindre; on ne leur donne ordinairement que $0^m,80$ à $0^m,90$ de hauteur, qui est à peu près la hauteur de l'appui des croisées. Les lambris sont simples ou bien à cadres et à pilastres. Dans la composition des lambris le goût est l'essentiel, car la forme et les dimensions à donner aux diverses parties sont plutôt l'ouvrage de l'architecte ou du décorateur que du menuisier. Le bas des lambris est ordinairement orné au moyen d'une plinthe ou socle plus ou moins haut ; le haut est surmonté d'une corniche qui doit être peu saillante. Quant à la partie comprise entre le socle et la corniche (appelée aussi cymaise), on la divise habituellement en panneaux séparés les uns des autres par de petits pilastres ou montants avec ou sans chapiteau et base. Les panneaux sont renfermés dans des traverses ou formés par des bâtis. Les panneaux doi-

vent être faits avec des planches jointes ensemble, à rainure et à languette, ayant depuis 0m013 jusqu'à 0m040 d'épaisseur. On choisit pour ces panneaux des planches très-étroites, ayant au plus 0m 16 à 0m,21 de largeur; en les prenant plus larges, elles pourraient se retirer et même se fendre, ce que l'on ne voit que trop fréquemment. Les panneaux doivent se faire en feuillet de chêne, et le parement de derrière reste toujours brut. Il faut avoir soin, surtout dans les endroits humides, d'y faire appliquer une et même deux couches de peinture à l'huile : on peut aussi enduire la face contre le mur d'une couche de bitume ou de goudron; dans ce cas, il faut laisser cette menuiserie un certain temps à l'air, à l'abri du soleil, afin d'en faire évaporer l'odeur. Pour plus de précaution, on maroufle souvent les panneaux en grosse toile pour les empêcher de fendre.

Les lambris d'appui même, malgré leur peu d'élévation, ne doivent jamais être posés avant que les murs neufs ne soient entièrement secs; autrement ils renfermeraient l'humidité qui, ne pouvant plus s'échapper, ferait fendre, gonfler et éclater les panneaux. Dans les pièces où l'on a l'intention de poser des lambris, on a soin de ne pas enduire les murs qui doivent les recevoir. Il suffira de les rejointoyer et de laisser la pierre, le moellon ou la brique apparents, ou, si on les recouvre, ce ne sera que d'un gros crépi fait avec de la mauchette, ou résidu de plâtre passé au sas.

Comme pour toute la menuiserie en général, avant de commencer à poser celle qui est dormante, comme les lambris, il faut faire attention dans quelle saison de l'année on se trouve; si les bâtiments sont anciens, ou neufs; si les enduits ont eu le temps de perdre une partie de leur humidité; si la menuiserie se pose au rez-de-chaussée ou dans les étages supérieurs; si enfin l'endroit où l'on doit la poser est exposé au grand air ou à l'humidité. D'après ce qui vient d'être dit, il faut encore faire attention à l'épaisseur des bois, à leur qualité dure ou tendre, afin de prévenir les accidents qui ne manquent jamais d'arriver si l'on néglige de tenir compte de ces détails qui ne sont nullement insignifiants.

Comme on ne peut pas toujours attendre que les murs soient entièrement secs pour poser la menuiserie, on emploie des

moyens qui atténuent en grande partie l'effet de l'humidité des murs. On laisse entre les murs et les lambris un espace vide de $0^{m},025$ à $0^{m},050$, pour que l'air puisse circuler entre deux, et faire évaporer une partie considérable de l'humidité. Quand la menuiserie est précieuse et en bois apparent, et qu'on craint qu'elle ne travaille malgré toutes les précautions prises dont nous avons parlé plus haut, on garnit le derrière ou revers des panneaux et des bâtis avec de l'étoupe que l'on a trempée dans du goudron en ébullition.

Les lambris se fixent de deux manières sur les murs des appartements, soit avec des broches, soit avec des vis. La première manière est la moins coûteuse, mais aussi la moins propre. La pose des lambris au moyen de vis demande un peu plus de sujétion, parce qu'il faut sceller d'abord des morceaux de bois dans les murs à la rencontre de chaque vis. Pour bien faire, il faut que ces morceaux de bois soient taillés à queue d'aronde sur leur épaisseur, afin qu'ils ne puissent être arrachés des murs dans lesquels ils ont été scellés. Un autre soin à observer, c'est que ces tampons soient bien aplomb et bien dressés, pour que les lambris portent également dessus. Si l'on isole les lambris des murs ainsi que nous l'avons indiqué, on doit faire saillir les tampons jusqu'au droit des montants. Il faut éviter, en général, d'employer trop de vis ou de broches dans la pose des lambris. Pour qu'ils soient solides, il suffit que les rainures et languettes des angles et des ressauts soient bien justes, qu'ils soient bien calés par derrière pour ne point ployer ou fléchir et pour qu'ils portent également partout, ce qui est important.

Les vis, dans la pose de la menuiserie, doivent toujours avoir leurs têtes enterrées et être recouvertes par un tampon de bois *de fil*, c'est-à-dire, du sens du bois. Quand ces têtes sont apparentes, elles produisent un très-mauvais effet et se rouillent quand elles sont peintes en détrempe.

On pose aujourd'hui les glaces avec ou *sans* parquet. Les parquets de glaces ne s'attachent pas, comme le reste de la menuiserie dormante, parce qu'on ne peut enfoncer de broches ni de vis, ni sceller de tampons dans les tuyaux de cheminée; pour cette raison on se sert de vis à écrou, nommées *vis à par-*

quets de glaces, et qui ne sont jamais apparentes, mais se placent dans les traverses du parquet, dans lesquelles leur tête est entaillée jusqu'à fleur, pour qu'elle ne porte pas sur le tain de la glace.

Des cloisons.

Les distributions nécessaires des appartements se font par des cloisons, dont les plus simples sont celles qui sont formées avec des planches brutes clouées sur des bâtis de charpente, telles que les clôtures en planches et les cloisons brutes pour former des séparations dans les caves. Pour les cloisons qui demandent plus de soin, on dresse convenablement les planches.

Les cloisons pour la distribution des appartements se composent de poteaux et de traverses, et d'huisseries de $0^m,08$ environ, carrés, en *chêne*, dressés et corroyés avec une feuillure au droit des ouvertures de portes, et une double nervure du côté opposé, pour recevoir le bout de la latte.

Les cloisons de distribution portent des traverses en haut et en bas, clouées au plafond et fixées sur le plancher; au milieu on y place des entre-toises. Quand l'appartement a une certaine élévation, on met deux rangs d'entre-toises. On emploie communément le bois de sapin à leur construction; on les recouvre de toile, et sur la toile on colle du papier.

Quelquefois ces cloisons sont lattées des deux côtés en lattes *de chêne*, et hourdées comme les pans de bois, en petits platras, et recouvertes des deux côtés d'un enduit de plâtre ou de chaux qui affleure les bois. Pour construire les cloisons il convient de choisir du bois sec et sans aubier.

Les alcôves, invention du dix-septième siècle, sont des espèces de niches rectangulaires et destinées à recevoir un ou deux lits. La mode des alcôves commence à se passer, parce qu'on a reconnu qu'il était malsain de coucher dans un espace où l'air ne se renouvelle pas. Si cependant, malgré cette observation, on voulait en établir, leur profondeur et leur élévation sont presque toujours déterminées par la dimension de la pièce. Toutefois l'alcôve ne doit pas avoir moins de profon-

deur que $0^m,98$ sur $2^m,10$ de longueur : car, si elle était plus restreinte, les lits les plus petits ne pourraient point y trouver place commodément. Il va sans dire que l'alcôve peut être de dimension plus grande que celle que nous venons d'indiquer. Son ornementation est une affaire de goût.

A droite et à gauche de l'alcôve, on pratique souvent un petit cabinet, séparé de l'alcôve et de la chambre à coucher par une cloison en menuiserie. Ces cloisons doivent se composer de planches jointes à rainure et à languette. On pratique quelquefois une porte de communication du cabinet dans l'alcôve; alors, quand la place est très-restreinte, on fait cette porte à coulisse. On peut aussi la rendre tout à fait invisible en la construisant en panneau qu'on recouvre de la même tenture d'étoffe ou de papier employé pour l'alcôve elle-même.

Lorsqu'une pièce a des armoires sans tenture, on en construit la menuiserie dormante, c'est-à-dire les bâtis en sapin de $0^m,027$ d'épaisseur et mêmes panneaux à l'intérieur ; mais arrasés du côté de la pièce, pour recevoir la toile et le papier. Il faudra avoir soin que ces armoires ouvrent directement audessus de la cymaise ou corniche du lambris d'appui, s'il y en a, ou entre la cymaise et la plinthe, dans le cas où elles ne seraient que basses et dans le lambris d'appui.

Des fenêtres.

Les fenêtres sont une des parties capitales de la construction. Ce sont des ouvertures pratiquées dans les murs des bâtiments et destinées à introduire l'air et la lumière dans l'intérieur des pièces et salles. Sous le rapport de leur construction, les fenêtres peuvent être considérées comme l'ouvrage le plus difficile et le plus compliqué, comme le plus ingénieux et le plus délicat de la menuiserie.

C'est au constructeur et non au menuisier à déterminer la dimension des fenêtres. Le menuisier remplit avec son ouvrage la baie réservée par le maçon, baie dont les proportions ont été fixées par l'auteur des projets d'un bâtiment, ou par l'architecte, si le propriétaire en a consulté un. Nous parlerons ailleurs des proportions en question.

La fenêtre se compose de deux parties distinctes : 1° d'un bâti, ou *dormant;* 2° de vantaux, ou *châssis vitrés* mobiles, mais assujettis sur un côté de leur élévation.

Le dormant est un encadrement en menuiserie, composé de deux montants et de deux traverses, assemblés à angle droit ou carrément à tenon et mortaise, fixés d'une manière invariable dans la baie de la fenêtre, à 0m,050 ou 0m,080 au moins, de la paroi intérieure des murs. Sur la face intérieure, celle qui se présente quand on est dans la pièce, ces dormants portent les feuillures dans lesquelles s'emboîtent et s'appliquent les châssis vitrés. Ces dormants reçoivent aussi les ferrures qui maintiennent ces derniers: de telle sorte que le châssis dormant porte et soutient les deux châssis vitrés mobiles. Le mot dormant indique assez l'office de ce cadre immobile. On nomme *pièce d'appui* la traverse inférieure que la fig. 270 donne en coupe. La fig. 271 donne la pièce d'appui surmontée de la traverse inférieure d'un des châssis vitrés mobiles. La pièce d'appui porte à l'intérieur une feuillure, et à l'extérieur elle a une forme ronde, donnée par un quart de cylindre sur lequel l'eau peut facilement glisser et s'échapper sur l'appui en pierre de la fenêtre. Un listel (a) s'élève à l'extérieur au-dessus de cette partie cylindrique et forme dans l'intérieur la face verticale de la feuillure (b).

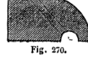


Fig. 270.

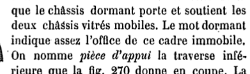


Fig. 271.

La traverse inférieure (c) du châssis mobile, appelée aussi jet d'eau, a une disposition à peu près pareille; elle est saillante comme la première et extérieurement curviligne comme elle; mais la feuillure, au lieu d'être tournée dans l'intérieur de l'appartement, est tournée à l'extérieur, et enfin la surface verticale arrive d'aplomb sur celle de la pièce d'appui. Cette combinaison de feuillure est destinée à empêcher l'introduction de la pluie et du froid. Mais ce système serait encore insuffisant quant à l'introduction de l'eau de pluie, si l'on n'avait pas imaginé un moyen pour empêcher l'eau de glisser à l'intérieur. On a donc creusé dans la face inférieure de la traverse mobile un petit canal de forme triangu-

laire, formé d'une face verticale et d'un quart de cercle. On conçoit que l'eau, arrivant à l'extrémité gauche, ne peut remonter dans le canal, et, quand elle augmente en volume, l'effet de sa pesanteur la fait tomber sur la pièce d'appui d'où elle s'échappe facilement sur l'appui en pierre.

Les deux battants ou châssis mobiles tiennent au dormant par des fiches. Chacun des deux battants forme la moitié de la fenêtre. Il est rare qu'on soit dans l'obligation de faire un des deux châssis mobiles plus grand ou plus petit que l'autre, et on doit l'éviter avec soin.

Chacun des châssis vitrés mobiles se compose de deux montants et de deux traverses, une en haut et l'autre en bas. Les deux montants portent, sur leur tranche extrême, c'est-à-dire sur celle qui joint les montants fixes du bâti dormant, une saillie, dite languette circulaire, qui entre dans ce que l'on nomme la noix, vide également creusé dans ces montants et aussi circulaire. L'arête interne est également creusée en congé; la traverse supérieure porte sur sa face extérieure une feuillure; ainsi que nous l'avons dit, la traverse inférieure est taillée comme la barre d'appui, elle n'en diffère que par la position de sa feuillure et s'appuie sur elle par sa face de dessous et forme enfin une saillie ou sorte de toit en avant du listel, ainsi qu'on peut le voir dans la figure 271.

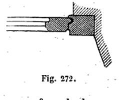


Fig. 272.

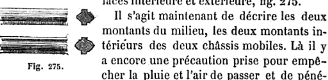
Les montants et les traverses des châssis mobiles sont unis entre eux à enfourchement; on nomme enfourchement un assemblage dont la mortaise et le tenon occupent toute la longueur de la pièce et qui n'a point d'épaulement ou petit espace de bois plein réservé après une mortaise. La fig. 273 indique un assemblage en enfourchement, et la fig. 274 un assemblage à épaulement.

Fig 273.

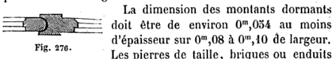
De cet assemblage il résulte un parallélogramme à jour, dans lequel se placent les glaces ou le verre double. Par économie, on divise aussi le grand parallélogramme en plusieurs parties, de manière cependant à ce que chacune des subdivisions soit toujours plus

Fig. 274.

haute que large. Ces subdivisions sont assurées par ce qu'on nomme *petits bois*, qui sont ornés de moulures sur leurs deux faces intérieure et extérieure, fig. 275.


Fig. 275.

Il s'agit maintenant de décrire les deux montants du milieu, les deux montants intérieurs des deux châssis mobiles. Là il y a encore une précaution prise pour empêcher la pluie et l'air de passer et de pénétrer dans l'intérieur des appartements. L'épaisseur libre d'un des montants des châssis mobiles, le montant de gauche du châssis de droite, par exemple, quand on est dans l'intérieur de la pièce, est creusée en noix ou rainure creusée en moitié de cylindre vide. L'épaisseur de l'autre montant libre a ses arêtes intérieures arrondies également en forme de demi-cylindre, mais plein, dont la division est en tout semblable à celle de la noix. Ces deux pièces s'emboîtent donc réciproquement Mais il faut toujours donner au montant dans lequel est creusée la noix plus de largeur et d'épaisseur qu'à l'autre. Il faut plus de largeur, pour que, indépendamment de la noix, il reste assez de place pour assembler les traverses avec ce montant : il faut plus d'épaisseur, car ce montant doit contenir l'autre. On peut donc diminuer l'épaisseur de ce montant, à partir du point où est creusée la noix, de façon que les deux tranches internes des deux montants aient la même dimension, ainsi que le montre la fig. 276.


Fig. 276.

La dimension des montants dormants doit être de environ $0^m,054$ au moins d'épaisseur sur $0^m,08$ à $0^m,10$ de largeur. Les pierres de taille, briques ou enduits sur moellons qui forment la baie de la fenêtre, portent habituellement une feuilure dans laquelle on place les montants; la baie par conséquent est plus grande à l'intérieur, mesurée entre les deux saillies de la feuillure, qu'à l'extérieur, mesurée entre les deux tableaux; il suffit donc que les montants en bois et la traverse supérieure dépassent la pierre de taille, la brique ou l'enduit sur moellon, d'environ $0^m,135$; on peut néanmoins les faire dépasser davantage sans inconvénient, et alors on orne le pourtour d'une moulure. Mais cette façon est une chose de luxe

et une augmentation de dépense. A l'intérieur la largeur des montants dormants n'est réglée que par la considération de les tenir assez larges pour qu'ils offrent assez de force. (On doit toujours donner au menuisier les mesures des fenêtres prises pour la largeur, dans le tableau, et pour la hauteur de l'appui au-dessous du linteau.) Toutefois, si l'on devait fixer des volets brisés à l'intérieur, comme cela arrive quelquefois, il faudrait que la largeur des montants fût telle que l'épaisseur des volets repliés n'empêchât pas d'ouvrir les fenêtres.

La dimension des fenêtres est toujours fixée en raison de l'étendue et surtout de l'élévation des étages. Pour les étages élevés, la hauteur des fenêtres est de deux fois et même deux fois et demie leur largeur. Mais on les fait à peu près carrées pour les entre-sols et pour les attiques : là elles sont quelquefois mêmes oblongues, c'est-à-dire plus larges que hautes.

On donne aux croisées ordinaires de $1^m,20$ à $1^m,30$ de largeur; les dormants doivent avoir $0^m,054$ et les châssis $0^m,048$.

Depuis $3^m,25$ jusqu'à $3^m,90$ et $4^m,90$ de hauteur de fenêtre, on met ordinairement des impostes, afin de diminuer autant que possible, pour la facilité de l'usage, la dimension et le poids des châssis; les fenêtres sont souvent garnies de volets à l'intérieur, et celles qui n'en doivent point avoir sont toujours disposées de manière à pouvoir en recevoir plus tard si on le juge convenable.

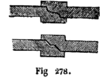
Les impostes sont des traverses qui servent à diminuer, ainsi que nous venons de le dire, la trop forte élévation des châssis : elles doivent avoir de $0^m,08$ à $0^m,10$ de hauteur, sur même largeur que les battants de dormant au fond de la feuillure, à moins cependant que, comme dans les fenêtres cintrées, les volets ne montent que jusqu'à la naissance du cintre; alors elles devront s'affleurer avec la côte. L'imposte doit porter, en dessous à l'intérieur, une feuillure dans laquelle se loge l'épaisseur du châssis, et à laquelle on donne $0^m,013$ à $0^m,015$ de hauteur. L'espace compris entre le dessous de la traverse d'en haut et l'imposte est fermé par des châssis dormants, arrêtés haut et bas dans des feuillures; pour celle du bas on suit la même disposition qu'aux pièces d'appui et aux rejets d'eau des châssis

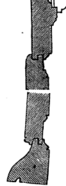
Fig. 277.

mobiles. Ces deux petits châssis sont séparés par un montant de même largeur que la côte saillante ménagée sur le battant meneau, assemblé haut et bas à tenon et mortaise.

Pour les fenêtres cintrées par le haut, les impostes se placent au niveau de la naissance de cintre et même à quelques centimètres plus bas; mais, quand les fenêtres se terminent carrément, après avoir fait le compartiment total des carreaux, en y observant l'élévation des impostes, des jets d'eau et des traverses, on doit placer l'imposte à la hauteur d'un carreau en contre-bas du linteau de la fenêtre. Dans toutes les fenêtres les carreaux doivent être de forme oblongue en hauteur, comme nous l'avons déjà fait remarquer; ils peuvent avoir en hauteur depuis un quart jusqu'à un tiers en sus de leur largeur.

Les *portes-croisées* ne diffèrent des fenêtres qu'en ce qu'elles ouvrent toujours à doucine ou à chanfrein, fig. 278, et parce qu'elles ont par le bas des panneaux autour desquels règne en parement la même moulure qu'au-dessus. Ces panneaux sont arrasés par dehors, ou bien ils font corps sur le bâti, ce qu'on nomme panneaux recouverts. Il faut rapporter ou ravaler, sur les traverses d'appui des portes-fenêtres, des cymaises méplates de 0m,030 à 0m,060 de largeur, selon la dimension des portes, lesquelles régneront d'épaisseur avec la côte pour servir à porter les volets.


Fig 278.


Fig. 279.

Avant de sceller et arrêter une fenêtre, il faut avoir soin de mettre, entre les châssis et les traverses des dormants, de petites cales de l'épaisseur du jeu qu'il doit y avoir entre deux, pour qu'on ne les fasse pas ployer en les scellant; il faut aussi mettre des coins de bois entre le dormant et le mur pour maintenir la fenêtre immobile pendant qu'on la scelle. Mais il faut seulement placer ces coins au droit des traverses et des impostes, pour ne pas faire fléchir les battants.

Les fenêtres s'arrêtent au moyen de *pattes à scellement*, entaillées de leur épaisseur sur les dormants, où elles doivent être fixées par des vis à *tête fraisée*.

Afin d'augmenter la solidité, on donne à l'extrémité de la patte la forme d'une queue d'aronde. Le jeu qui pourrait se trouver entre les fenêtres et le fond des feuillures, ce qui est presque inévitable, se remplit avec du plâtre ou autre matière qui le remplace. Cette opération doit être faite par un ouvrier habile et soigneux.

Des volets.

Les volets, vantaux de menuiserie, se composent de battants, de traverses, de panneaux et de frises disposés par compartiments, comme dans les lambris. Ce sont des espèces de portes suspendues en l'air, dont toutes les pièces sont beaucoup plus minces et plus délicates que celles qui sont employées dans les portes réelles. On soutient les volets par des fiches fixées sur les montants des châssis dormants.

Les volets peuvent être brisés en deux ou trois parties, selon la dimension des châssis qu'ils ont à couvrir et selon l'épaisseur de la muraille qui forme ébrasure. Pour qu'ils soient d'une seule pièce, c'est-à-dire, sans brisure sur la largeur, il faut que les ébrasements soient assez larges pour les contenir, ce qui n'arrive guère dans les habitations particulières de nos jours.

La brisure des volets se fait de deux manières différentes, soit à rainure et languette, soit à feuillure. Les dernières feuilles des volets brisés doivent être plus étroites de 0m,035 au moins, pour que la saillie de la boule de l'espagnolette ne nuise pas en les brisant, et qu'on ne soit pas obligé de faire des entailles dans le dormant pour faire entrer les ferrures. On donne en général aux battants de volets qui portent les fiches depuis 0m,067 de largeur, plus les feuillures et la moulure, et 0m,007 et même 0m,013 de moins à ceux des rives. Ceux de brisure doivent avoir ensemble 0m,08 à 0m,10 de largeur, et leur épaisseur doit être de 0m,034 à 0m,038. Les traverses des volets doivent avoir de largeur, tant celles du haut que du bas, et que celle du milieu, 0m,067 à 0m,08 de champ, plus la longueur des mou-

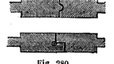


Fig. 280.

lures et des feuillures. Leurs assemblages doivent toujours être placés, autant que cela est possible, au derrière de la rainure et avoir les $\frac{2}{7}$ d'épaisseur de celle des volets. On doit faire passer ces assemblages au travers des battants de brisure pour plus de solidité.

Des persiennes.

Les persiennes sont des fermetures composées d'un bâti ou châssis, comme ceux des fenêtres, dans le vide duquel viennent s'assembler parallèlement entre elles des lattes ou feuilles de bois minces, éloignées les unes des autres de l'épaisseur du châssis et disposées diagonalement en abat-jour, ou sous un angle de 45 degrés, de manière à abriter l'intérieur des appartements contre les eaux pluviales et les rayons du soleil, tout en laissant à l'intérieur un libre passage à l'air et à la vue.

Les persiennes doivent toujours ouvrir ou battre en dehors; elles peuvent être posées sans battants, ajustées seulement dans des feuillures pratiquées sur l'arête extérieure du tableau, fig. 281.

Fig. 281.

Les bois des châssis peuvent avoir depuis $0^m,08$ jusqu'à $0^m,10$ de largeur, sur $0^m,034$ et même $0^m,045$ d'épaisseur, selon que l'exige l'élévation des fenêtres. Les lames sont assemblées dans les bâtis de différentes manières : on peut les faire entrer en entailles dans les battants, en observant de faire les entailles plus profondes par le haut pour que les lames se serrent en entrant. On les fixe par le bas avec une petite pointe de chaque côté. On peut encore les faire entrer en entailles comme les premières et ménager un goujon saillant de la lame et qui entre dans un trou que l'on pratique au milieu de l'entaille. Enfin on peut supprimer les entailles et les goujons et faire à chaque lame un tenon de $0^m,011$ à $0^m,013$ de largeur. Cette dernière manière est la plus convenable et la plus solide, et elle est préférable parce qu'on n'est pas obligé de mettre de traverse large dans la hauteur du châssis; dans ce cas on laisse seulement aux tenons de deux ou trois lames réparties à distances égales, une longueur suffisante afin de pouvoir être chevillés.

Si l'on emploie des traverses, quand par exemple on exécute

les persiennes en sapin du Nord, on abattra haut et bas le champ de ces traverses à l'intérieur selon l'inclinaison donnée aux lames; il en sera de même à l'égard de celles du milieu, auxquelles on pourra donner l'épaisseur de plusieurs lames en raison de l'élévation de la baie.

Quelquefois une portion de ces lattes ou lames est mobile, et particulièrement celles qui se trouvent à hauteur d'œil; alors elles sont montées sur une crémaillère (tringle de bois dentelée) à tourillons (pivots placés en bas et en haut de la partie mobile), qui les fait mouvoir de manière à les fermer entièrement, puisqu'elles sont disposées à recouvrement les unes sur les autres, et à les ouvrir tout à fait, c'est-à-dire horizontalement ou obliquement en l'air du dedans à l'extérieur en les tournant en sens inverse. Pour les rez-de-chaussée il convient de faire les persiennes en bois de chêne, surtout si l'on ne met pas de volets intérieurs. Le chêne résiste mieux à l'effraction.

L'épaisseur des lames peut être façonnée en doucine ou en feuillure, ce qui est plus solide que les chanfreins ordinaires qui présentent une arête très-aiguë. Les chanfreins sont cependant généralement pratiqués. L'épaisseur des lames peut être de $0^m,009$ à $0^m,014$. Il faut que le bois employé aux lames de persiennes soit parfaitement sain et surtout sec; il faut surtout ne jamais souffrir de nœuds ni de gerçures. Autrement elles se détérioreraient en peu de temps; car les persiennes sont constamment exposées aux intempéries de l'air.

Des portes d'intérieur.

La combinaison des assemblages des portes dites pleines ne diffère que peu de celle des planchers de frise. Ces portes, les plus simples et les plus économiques qu'on puisse établir, ne se composent que de planches assemblées entre elles, à rainures et languettes et à clef (espèce de tenons de rapport) pour les empêcher de se désunir, et par leurs extrémités, dans des traverses nommées *emboîtures*. Lorsque les portes ont plus de $0^m,034$ d'épaisseur, et qu'elles doivent servir à l'extérieur, on les joint à plat, et on y rapporte des languettes que l'on fait le plus minces possible, afin de conserver plus de solidité aux joints.

Il ne faut pas omettre de donner ce qu'on nomme de la *refuite* aux tenons qui entrent dans les emboîtures. (La refuite est la facilité qu'on donne aux planches des ouvrages emboîtés de se retirer sur elles-mêmes.) Cela se fait en élargissant les trous des chevilles dans les tenons et en agrandissant les mortaises en sens contraire. Si on négligeait ce soin, quand les planches viendraient à se retirer chacune sur elle-même, les chevilles ni les épaulements ne les arrêteraient et feraient fendre les joints. La refuite doit donc être pratiquée aux deux extrémités. Dans le cas où ces portes sont trop exposées à l'humidité, on se contente de n'y mettre qu'une emboîture par le haut et simplement une barre par le bas, parce que autrement les tenons pourriraient trop promptement.

Nous l'avons déjà dit et nous le répétons, les portes à un vantail doivent avoir pour hauteur au moins deux fois leur largeur.

Une porte d'appartement a presque toujours deux parements, c'est-à-dire dont les deux surfaces sont apparentes et travaillées avec également de soin; elles doivent toujours ouvrir à feuillure. L'épaisseur des bois qui y sont employés se règle en raison de la dimension de la porte. Ainsi, aux portes de $2^m,27$ à $2^m,92$ d'élévation, ils auront $0^m,036$ d'épaisseur; à celles de $2^m,92$ à $3^m,88$, ils auront $0^m,040$, et enfin à celles de $3^m,88$ à $4^m,90$, ils auront $0^m,045$ d'épaisseur.

On revêt souvent entièrement les baies des portes, de menuiserie, c'est-à-dire, les deux faces, par des chambranles, contre lesquels viennent aboutir les tentures ou s'assembler les lambris, indifféremment; et le dessous et les côtés du tableau par des ébrasements (dits embrasements par les ouvriers), qui s'assemblent avec les chambranles.

Le chambranle est une espèce d'encadrement en menuiserie qui limite extérieurement les baies des portes : il reçoit aussi les gonds destinés à supporter les battants. Le chambranle n'est souvent formé que de deux montants et d'une traverse supérieure, le tout orné de quelques moulures. La décoration du chambranle est une question de plus ou moins de goût. Quand on veut de la richesse, on décore les montants verticaux en pilastres et la traverse en entablement ou simplement au moyen

d'une partie pleine couronnée d'une corniche. Le pied de chaque montant pose sur une plinthe, ayant une petite saillie, tant de face que sur les côtés. Les pièces qui constituent cet ouvrage de menuiserie doivent être assemblées d'onglet, à tenon et mortaises : ces dernières doivent toujours être creusées dans la corniche.

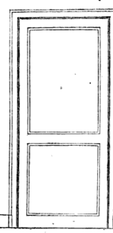


Fig. 282.

Sur l'épaisseur du chambranle est toujours pratiquée une feuillure, dans laquelle vient se loger la porte. Si le côté opposé du mur est revêtu d'une menuiserie semblable, mais qui ne doit pas recevoir de porte, cette menuiserie n'est qu'un pur ornement, appelé *contre-chambranle*, et, à la place de la feuillure qui est inutile, on adapte une moulure, afin d'éviter les faces trop lisses.

On ne met ordinairement que deux grands panneaux dans les portes à un vantail, et surtout à l'intérieur, fig. 282. Mais pour des panneaux de cette dimension, il faut du bois très-sec. Il est préférable d'adopter deux grands panneaux haut et bas, et d'en mettre un plus petit, c'est-à-dire de moins de hauteur, intermédiaire, fig. 283. Pour les portes extérieures, il convient d'y pratiquer six panneaux si elles sont à un vantail, fig. 284. Ainsi faites, elles sont beaucoup plus solides et laissent aussi pénétrer moins de chaleur, parce qu'il y a une plus grande superficie de bois épais.

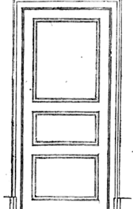
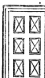


Fig. 283.

Les panneaux des portes, tant extérieures qu'intérieures, sont encadrés de moulures, tantôt fort simples, tantôt plus compliquées, ce qui n'est qu'une affaire de goût. Mais ces mou-


Fig. 284.

lures ne doivent pas être rapportées ; elles doivent être poussées sur les montants et les traverses. Il est convenable de ne pas les faire trop délicates, de crainte que l'épaisseur de peinture dont elles seront recouvertes n'en détruise l'effet. L'arête extérieure de al porte peut être rectangulaire; on y pratique souvent un congé, moulure creuse en forme de quart de cercle, qu'on répète alors sur l'arête vive du chambranle.

Fig. 285.

On pose souvent les serrures dans l'épaisseur des portes : dans ce cas il faut toujours avoir soin de combiner la division des panneaux de sorte qu'il se trouve une traverse pour recevoir la serrure traverse qui ne soit ni trop haute ni trop basse, afin de ne pas être incommode et enlever une partie de la force du bras et de la main.

Les vantaux des portes cochères sont, d'habitude, formés chacun d'un fort bâti, au haut duquel est un panneau, et de deux guichets, dont l'un est dormant et l'autre mobile. L'épaisseur des gros bâtis des portes cochères devra toujours être proportionnée à l'élévation des portes : cette épaisseur sera de $0^{m},10$ dans les portes de $3^{m},90$ de hauteur; de $0^{m},12$ pour celles de $4^{m},90$, et de $0^{m},16$ pour les portes de $5^{m},90$ de hauteur. Les battants de rive doivent avoir leur épaisseur en largeur, plus la grandeur du champ qui peut varier de $0^{m},13$ à $0^{m},18$ en raison de l'élévation de la porte : il faudra y ajouter $0^{m},027$, $0^{m},033$ et même $0^{m},040$ pour la moulure qu'on fait régner sur les arêtes intérieures. Il faut que les battants du milieu aient la même largeur de champ et de moulure que les précédents, plus la moitié de leur épaisseur, pour les portes qui ouvrent à feuillure, et le tiers dans celles qui ouvrent à noix.

Les traverses du haut, du bas et du milieu devront avoir mêmes épaisseur et largeur de champ que les battants, plus $0^{m},054$ ou $0^{m},067$ de portée pour celle du haut, et les embrèvements et moulures nécessaires, tant pour celle-ci que pour celle du milieu. Les traverses du bas doivent avoir $0^{m},13$ de largeur au moins et $0^{m},16$ au plus, afin de ne pas gêner lorsqu'on passe dessus dans les guichets : leur épaisseur sera égale à celle des battants; on la tient cependant quelquefois plus forte,

de manière à former plinthe sur le devant. Les battants qui portent le guichet dormant doivent être rainés à l'intérieur; on laissera $0^m,033$ de joue en parement à ceux qui ont $0^m,10$ d'épaisseur, $0^m,040$ à ceux de $0^m,13$ et $0^m,045$ à ceux de $0^m,16$. Les rainures doivent avoir le tiers de largeur de ce qui reste après la joue, ou l'épaisseur du guichet, ce qui est la même chose, sur $0^m,027$ de profondeur. La traverse au-dessus du guichet doit être rainée de même, mais il n'y aura pas de rainure à celle du bas, parce qu'elle ne servirait qu'à conserver l'eau et pourrirait ainsi la traverse.

La largeur d'une porte cochère convenable doit être environ de $2^m,60$ à $3^m,20$ et son élévation de $3^m,80$ à $4^m,50$ et plus. Une porte cochère basse et large est toujours d'un mauvais effet. Quand l'élévation du rez-de-chaussée le permet, faites la porte cochère deux fois sa largeur en hauteur et vous aurez une proportion élégante.

Quant aux portes d'entrée à un vantail, on les fait d'un mètre de largeur et plus, afin que les gros meubles puissent y passer, ce qui n'est point le cas dans la plupart des petites maisons de campagne des environs de Paris.

Il ne faut pas oublier que la menuiserie est l'art de joindre ou d'assembler des pièces de bois destinées à concourir à la salubrité, à la commodité et à la beauté des habitations. Nous avons énuméré les principaux ouvrages de menuiserie tels que planchers, parquets, fenêtres et portes. La menuiserie demande plus de soin dans l'exécution que la charpente, parce qu'elle est de sa nature essentiellement décorative et plus en vue que la charpente. Les surfaces des ouvrages de menuiserie doivent par conséquent être parfaitement dressées et unies et tous les joints doivent être exécutés avec une grande précision. Il faut surtout veiller à ce que les assemblages soient faits dans les règles voulues. Les assemblages sont une des parties les plus importantes de la menuiserie, et dont dépendent la solidité ainsi que l'élégance de ses travaux.

Nous avons déjà indiqué dans la charpente (page 293, fig. 178) ce qu'est un assemblage à tenons et mortaises; cet assemblage se pratique aussi dans la menuiserie.

Dans l'assemblage dit à *enfourchement*, la mortaise n'a que

trois côtés et règne jusqu'à l'extrémité du bois : elle n'a point d'épaulement, ou petit espace de bois plein réservé à la suite de la mortaise. Cette sorte d'assemblage s'emploie pour les ouvrages grossiers, non apparents.

L'*assemblage carré* est celui dans lequel les arasements, ou extrémités de la pièce qui porte le tenon, sont égaux de chaque côté.

L'*assemblage d'onglet* est employé pour unir principalement des pièces de bois ornées de moulures sur les bords, comme les traverses haut et bas avec les montants des portes, fig. 286.

Fig. 286.

Pour les ouvrages soignés on emploie encore une autre manière d'assemblage, appelé *à bois de fil*. Dans cet assemblage le tenon est pratiqué dans la même direction que la traverse qu'il limite; la mortaise est creusée d'équerre sur le montant : mais les arasements ainsi que les épaulements ont une direction biaise. L'onglet est non-seulement coupé sur la moulure, mais encore sur toute la largeur de la traverse, le tenon excepté, en sorte que la ligne d'assemblage coupe régulièrement en deux l'angle droit formé par la rencontre des deux pièces jointes. L'arasement forme donc avec la tranche interne de la traverse un angle de 45 degrés; il en est de même de l'épaulement de la mortaise et de l'entière surface dans laquelle elle est creusée. Dans cet assemblage, les fibres du bois se joignent bout à bout et semblent se replier elles-mêmes pour faire l'angle que forment les pièces. C'est la manière la plus régulière de former de la menuiserie dont le bois doit être laissé apparent, c'est-à-dire rester sans peinture et ne recevoir qu'un vernis ou une couche d'huile.

Fig. 287.

Quand des traverses, qu'on assemble au milieu des portes pour séparer des panneaux les uns des autres, portent des moulures des deux côtés, il faut que chacune des moulures soit coupée à onglet ainsi que l'indique la fig. **288**.

L'*assemblage à fausse coupe* est nécessité quand il s'agit de joindre deux pièces de bois d'une largeur iné-

Fig. 288.

gale, et qui doivent être assemblées à bois de fil. La fig. 289 indique suffisamment cet assemblage.

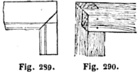


Fig. 289. Fig. 290.

L'assemblage à demi-bois, employé pour les ouvrages communs, n'a ni tenon ni mortaise; il est peu solide, mais promptement exécuté.



Fig. 291.

Nous donnons ici des assemblages formant angles, et employés pour des piédestaux, des plinthes, des réservoirs et autres usages.



Fig. 292.

La fig. 292 indique l'assemblage de deux faces d'équerre en dissimulant le joint : *c* face, *l* autre face : *o* joint.

Des moulures dans la menuiserie.

On a appelé moulures les contours ou formes donnés à l'épaisseur de tout membre d'architecture, soit saillant, soit rentrant. Les menuisiers ont l'habitude de placer souvent des moulures où il n'en faut pas, plus souvent encore de trop les compliquer, et enfin d'en combiner qui ne répondent pas toujours à l'effet qu'on en attendait. Il faut être très-sobre dans l'emploi des moulures en menuiserie, et plus elles sont simples, plus aussi produisent-elles le résultat qu'on en demande. L'architecture grecque nous a conservé les plus belles moulures que les Grecs ont formées de quelque section conique, comme une portion d'ellipse, ou d'une hyperbole, et le plus souvent d'une ligne droite biaise formant ce qu'on nomme *chanfrein*.

Les moulures sont de deux sortes : les unes simples, primitives; les autres composées. Au nombre des premières sont le filet ou listel (*a*), face très-étroite, verticale et horizontale;

La bande qui est un filet large (*b*);

L'astragale (*c*), formée de la moitié d'un cercle d'un petit rayon ;

L'échine ou quart de rond, formé d'un quart de la circonférence d'un cercle (*d*) ;

Le cavet ou quart de rond renversé, moulure concave et formant gorge (*e*) ;

Le tore ou boudin, formé de la moitié d'un cercle dont le rayon est plus grand que celui de l'astragale (*f*).

Au nombre des moulures composées sont : la cymaise ou talon, composé du quart de rond et du cavet; cette moulure est convexe en haut et concave en bas (*g*) ;

La *doucine,* composée comme le talon du quart de rond et du cavet, mais en sens inverse (*h*) ;

La *scotie*, moulure cave, tracée au moyen du cercle, mais de deux rayons différents (*j*).

Fig. 293.

Dans la disposition des moulures pour l'architecture et plus particulièrement pour les ouvrages de menuiserie, il faut éviter de mettre côte à côte des formes semblables ou des membres pareils : ainsi ne mettez pas une astragale au-dessus ou en dessous d'un boudin, ne mettez pas doucine sur doucine, etc., etc. Quand vous faites un corps de moulures, pour une corniche, pour un encadrement de panneau quelconque, séparez toujours vos moulures curvilignes les unes des autres au moyen d'un listel, d'une bande ou d'un quart de rond. Si vous employez une doucine ou un talon, ajoutez-y toujours un filet haut et bas.

Pour les petits bois des fenêtres, on se sert de moulures diverses, de filets et de chanfreins, fig. 275, haut, de la coque composée, bande au filet large, chargé d'une moulure elliptique, appelée poire ou œuf, fig. 275, bas.

Il ne faut pas donner en général trop de saillie aux moulures de menuiserie qui se trouvent à une hauteur d'un mètre à un mètre soixante à partir du sol ou plancher des appartements. Le changement de place des meubles et autres circonstances concourent à produire souvent des chocs contre la menuiserie et à la détériorer si les détails en relief qui la composent

sont proéminents. Que la menuiserie soit donc simple dans sa partie inférieure et qu'elle se développe en richesse à mesure qu'elle s'élève. Avant de vous décider pour le dessin de telle ou telle moulure, demandez au menuisier de vous en faire un échantillon en bois, grandeur d'exécution, ou naturelle, comme on dit, et jugez par vous-même si ce modèle, qui est une partie de ce qui sera exécuté, répond à votre attente.

On suit une malheureuse routine en menuiserie, comme dans les autres parties du bâtiment. On tient à d'anciens modèles et on est l'ennemi d'innovations intelligentes ou pratiques. Pour les moulures extérieures des portes d'entrée, on se sert de membres très-saillants et très-rentrants qui se remplissent de poussière, que le brouillard humecte en hiver pour en faire presque de la boue. On peut cependant produire beaucoup d'effet avec des moulures fines et plates, en les combinant avec goût et intelligence. Nous en donnons ici un exemple tiré de l'antiquité, de l'art étrusco-romain, et de la porte de l'église de Saint-Cosme et Damien dans le forum à Rome.



Fig. 294.

CHAPITRE VII.

Serrurerie.

La serrurerie est l'art d'assembler plusieurs morceaux de fer pour en faire un ensemble dans une forme donnée. La serrurerie, qui s'exécute en fer, est non-seulement indispensable pour assurer la solidité des ouvrages de bâtiment, mais elle sert encore à leur décoration. Anciennement le fer forgé jouait un plus grand rôle dans les constructions : depuis l'usage du fer de fonte, la serrurerie est restreinte dans son emploi et se borne à l'ajustage de certains travaux en fer.

Le fer entre en fusion à 130 degrés du pyromètre de Wedg-

wood, ou 8315 degrés Réaumur, ou centigrades. Sa pesanteur spécifique est de 7783, un mètre cube d'eau pesant 1,000 kilogrammes étant pris pour l'unité. Les trois centimètres cubes de fer du Berry pèsent 153 grammes 12 décigrammes, et les 33 centimètres cubes fondus pèsent 243 kilogrammes 682 grammes, et forgés 283 kilogrammes 925 grammes.

La limaille de fer fermente avec l'acide sulfurique, et donne l'air inflammable. Il ne faut pas oublier que la limaille de fer, combinée avec du soufre, et mise à l'humidité, fait explosion et peut embraser les lieux où elle s'opère.

Le fer est le premier des métaux dans l'ordre de la ténacité. Cette qualité consiste à supporter un poids sans se rompre; suivant des expériences un fil de 5 millimètres de diamètre a soutenu un poids de 249 kilogrammes 659 grammes.

Le fer est bon conducteur du calorique; il augmente de volume en s'échauffant. Cette augmentation est évaluée de 15 à 25 millièmes de sa longueur, en partant de la glace fondante jusqu'à la température de l'eau bouillante. Il est essentiel de connaître cette dilatation à la chaleur et d'en tenir compte, pour des grilles par exemple.

Il est essentiel de distinguer dans la construction quels sont les objets qui doivent être exécutés en fer de fonte de ceux qui doivent être travaillés en fer forgé, et dans cette distinction il faut encore apporter un soin particulier dans le choix de la qualité de fer propre à chaque genre d'ouvrage en fer forgé. Les principales propriétés du fer sont très-variables, soit par la nature des minerais d'où il est tiré, soit en raison du degré de préparation qu'il peut avoir reçu dans les grosses forges. Les fers employés en France proviennent des forges du Berry, du Nivernais, de la Champagne, de la Bourgogne, de la Lorraine et de la Franche-Comté. Mais le fer le plus pur est celui de Suède et de Norvége, ce qui le fait rechercher dans toutes les parties de l'Europe pour certains ouvrages auxquels il est le plus propre par sa douceur.

En France les fers réputés les plus doux de tous sont ceux de Lorraine; viennent ensuite ceux du Berry, du Nivernais et de la Rive de la Loire; après ces derniers viennent ceux de Champagne et de Bourgogne, nommés *fers de roche*, et entre

ceux-là on en distingue de trois qualités : ceux qu'on nomme simplement *de roche*, entre lesquels il y en a qui sont presque aussi doux que ceux du Berry ; ceux nommés *fers demi-roche*, qui sont d'une qualité inférieure ; et enfin tous les fers désignés sous le nom de *fers communs*, qui sont encore de moindre qualité.

Les fers que livre le commerce sont façonnés de divers échantillons :

Les plus petits fers carrés de $0^m,009$ à $0^m,011$, jusqu'à 18 et 20 millimètres, se nomment du *carillon;* il y a donc du carillon de Berry, de Lorraine, de roche et de fer commun. Les fers de Lorraine et de Berry sont plus chers que les fers de roche, et ceux-ci coûtent plus que les fers communs. Tous les autres échantillons de fer sont désignés sous le nom de *fers carrés,* les carillons exceptés : il y en a depuis 20 à 23 et 95 à 108 millimètres en carré, tant en fer de Lorraine que de Berry, de roche ou commun. On nomme *côte de vache* tous les fers refondus dans les fonderies; on les distingue facilement parce qu'ils ne sont pas à vive arête, que leurs faces sont arrondies, leurs bords inégaux et remplis de bavures. Les plus menus fers s'emploient pour des *fentons* (petites tringles qu'on noie dans les ouvrages en plâtre pour les empêcher de se fendre), et portent même ce nom. Les côtes de vache ont depuis 5 à 7 millimètres en carré jusqu'à 27. Tous ces fers portent depuis $2^m,92$ jusqu'à $4^m,87$ de longueur.

Les fers méplats, forgés au gros marteau, sont de différents échantillons. Les fers méplats nommés à *bandages* ont $0^m,065$ à $0^m,067$ de largeur sur $0^m,014$ à $0^m,018$ d'épaisseur; les barres ont depuis $3^m,89$ jusqu'à $4^m,22$ de longueur. Presque tous ces fers sont de roche, on en trouve cependant de mêmes dimensions qu'on tire de Lorraine ou de Berry, qui sont très-doux. — Le fer dit *demi-laine,* de 59 à 63 millimètres de largeur sur 14 à 16 millimètres d'épaisseur, sert à ferrer les bornes et les seuils de porte : les barres de ce fer méplat ont de $2^m,92$ à $3^m,24$ de longueur.

Pour les limons et les mains courantes d'escalier, on emploie *les bandelettes,* qui ont d'ordinaire de 5 à 9 millimètres d'épaisseur, 16 à 18 millimètres de largeur et les barres ont depuis

$1^m,94$ jusqu'à $3^m,89$ de longueur. Les *fers ronds* pour les tringles et grilles sont vendus en paquets, et l'on en trouve depuis 11 jusqu'à 20 et 23 et 24 millimètres de diamètre. Les feuilles de *tôle à sceau* en fer mince et battu ont depuis 27 jusqu'à 34 millimètres de largeur et 2 millim. d'épaisseur. Les tôles à palastre (partie extérieure de la serrure, sur laquelle les pièces intérieures sont montées) ont depuis 162 jusqu'à 244 millim. de largeur, sur 2 à 3 millim. d'épaisseur; les feuilles ont $2^m,60$ à $2^m,92$ de longueur. — La *tôle à serrure* depuis 41 à 135 millim. de largeur, environ 2 millim. d'épaisseur, et ses feuilles de $1^m,62$ à $1^m,95$ de longueur.

C'est de la fonte qu'on prépare le fer forgé. On dégage de la fonte les matières accessoires, telles que cailloux, manganèse, phosphore, etc., on en enlève aussi toute substance carbonée jusqu'à 1/2 0/0. Cette opération se fait au moyen de l'affinage, qui par l'oxydation des matières étrangères les anéantit. Le fer forgé tel que le livre le commerce, soit rond, carré ou méplat, est presque infusible, mais il est dur, malléable, il se lamine et s'étire et se laisse souder. Ces qualités permettent donc de le façonner en barres, en tôles et en fil, et de forger pour les faire tenir ensemble deux morceaux chauffés à blanc. Si le fer forgé contient encore des parties de phosphore, il est cassant; on peut bien le travailler quand il est rendu incandescent ou seulement rougi, mais, lorsqu'il est refroidi, il est aigre, se fend et se rompt aisément. Plus le fer est cassant, plus sa fracture est brillante, blanchâtre et d'un gros grain. Si au contraire le fer forgé contient des alliances d'arsenic, de cuivre et de soufre, il casse en le rougissant pour le travailler, quoiqu'il se laisse forger incandescent ou à froid, sans casser. Dans ce cas, il contient beaucoup de gerçures et de découpures à sa surface et on l'appelle *rouverain* ou fer *pailleux*. Sa brisure est peu serrée et d'une couleur grise tirant sur le bleu; il grille plus facilement que les autres sortes de fer.

« La bonne qualité du fer s'estime, dans certains cas, au moyen de la percussion. Pour les barres de petite dimension, un ouvrier les prend à la main, les lève au-dessus de sa tête, et les jette avec force contre une enclume à table étroite; on les plie et replie aussi un plus ou moins grand nombre de fois

pour s'assurer de leur ténacité. Pour les grosses barres, on procède à peu près de la même manière, mais on les place, pour les plier et replier, sur deux appuis distants l'un de l'autre, et l'on frappe vers le milieu avec une grosse masse à pène étroite, ou même avec un mouton qu'on laisse tomber d'une hauteur déterminée. Ces épreuves déforment les barres que l'on y soumet; on se borne généralement dans les grandes fournitures à éprouver un certain nombre de pièces prises au hasard dans le tout. » (Demanet.)

Pour que le fer forgé soit d'une bonne qualité, il faut qu'il ait une texture tendineuse et fibreuse, il faut qu'il soit très-flexible, sans se rompre, sans grains dans la cassure, mais offrir au contraire des dents et des pointes aiguës bien accusées. Le bon fer forgé a une teinte claire et peu de brillant, il est d'un ton foncé s'il est brillant. Mais si au contraire le brillant est puissant et accompagné d'une nuance claire ou d'une teinte foncée sans brillant, c'est un indice que le fer est mou et aigre. Le bon fil de fer doit se laisser plier et replier plusieurs fois sans se rompre. Il ne doit pas se fendre, il faut qu'il soit bien rond et ne pas offrir de raies longitudinales. Quant à la tôle de fer, elle doit avoir partout une égale épaisseur, consister en un fer ductile, ne point se rompre et se laisser fortement plier. Sa superficie doit être nette et lisse, sans oxydation comme sans gerçures.

Depuis un demi-siècle on se sert beaucoup de la fonte dans le bâtiment. Ce fer de fonte est froid, aigre et serré. On en distingue de deux espèces, la fonte *douce* et la fonte *aigre*. Dans la fonte douce le carbone se trouve dans toute la matière : il faut une température élevée pour la produire; la fonte douce a plus de ténacité que la fonte aigre, et se laisse assez facilement travailler après avoir été fondue et moulée; elle est d'ordinaire grise à cause du charbon qu'elle contient en assez grande quantité. C'est de cette fonte qu'on se sert pour les balcons, les grilles, les ornements d'architecture, etc., etc. La fonte aigre est plus dure et est extrêmement difficile à travailler; on la produit au moyen d'une chaleur moyenne; elle contient 5 0/0 de carbone, qui est allié chimiquement au fer. La fonte aigre est dure et cassante, ne se laisse point travailler au tour,

ni limer, ni forer. Mais comme elle coule avec limpidité, elle prend facilement la forme du moule dans laquelle on la jette. Elle est très-fragile et cassante, est ordinairement blanche et d'un usage moins fréquent et moins général que la fonte douce.

On sait qu'on fait beaucoup de colonnes en fonte ainsi que des solives à T et double T. On s'en sert surtout à Paris pour les devantures de magasin et pour les planchers dans les maisons destinées à être louées. Les colonnes en fonte ne peuvent être employées que rarement dans les maisons particulières d'habitation et surtout dans celles de la campagne. L'usage des solives en fer de fonte, en offrant de l'économie et en faisant gagner de l'espace en hauteur, doit cependant être pratiqué avec circonspection : on doit peindre au minium toute l'étendue de ces solives et surtout appliquer plusieurs couches de cette couleur sur les portées, c'est-à-dire, sur les parties qui seront encastrées dans les murs, pour en empêcher l'oxydation. Les solives s'achètent chez le marchand de fer et sont coupées de longueur par le serrurier, si elles n'ont pas exactement les dimensions voulues en longueur. Le défaut des planchers en fer, c'est de produire une grande sonorité dans les appartements.

Quelles que soient l'habileté et l'attention apportées à la construction des murs d'un bâtiment, il est un fait avéré par l'expérience autant que par la théorie, c'est que le poids des planchers et de la charpente des combles avec leur couverture fait tendre les murs à pousser au vide à l'intérieur, ou du dedans au dehors. Il y a donc des précautions à prendre d'étage en étage pendant la construction pour obvier à cette inconvénient désastreux. Pour prévenir ce qu'on nomme l'écartement, on pratique au milieu des murs ou dans leur épaisseur, ce qu'en terme de l'art on appelle des chaînes, sorte de liaisons horizontales, consistant en fer carré ou plat, bien tendues, et solidement assujetties à leurs extrémités par des ancres, qui maintiennent les murs dans l'aplomb et la position qu'on leur a donnés, de manière à ne pouvoir agir l'un sans l'autre, et à se prêter un secours réciproque. Ces chaînes se posent dans les murs pendant leur construction. Il faut avoir soin de les prévoir, et, au moyen du plan du bâtiment, les commander, selon leurs

longueurs, d'avance au serrurier, afin que, quand le moment de la pose est arrivé, les maçons ne soient pas dans l'obligation de les attendre.

Quand une maison est isolée sur ses quatre faces, on place des chaînes en fer dans toute la longueur des quatre murs; mais, lorsque le bâtiment est accoté par d'autres, elles deviennent inutiles. Il n'est pas inutile de peindre ces chaînes avec leurs ancres, au minium, quoique d'ordinaire on néglige de le faire par une économie mal entendue.

Pour ne pas heurter la vue par les ancres, qu'autrefois on laissait apparentes sous la forme d'un *s*, d'un *y*, ou d'un *z*, on les encastre de $0^m,05$ à $0^m,08$ en dehors, pour les dérober à la vue. Dans les murs en moellons, on pratique simplement une tranchée pour loger l'ancre : on rebouche ensuite cette tranchée, contenant l'ancre, avec du mortier ou du plâtre. Dans le cas où le mur serait en pierre, on perce en le bâtissant l'ouverture nécessaire pour recevoir l'ancre, du moins dans l'assise supérieure; car, quant à l'assise inférieure, on la perce d'habitude sur place avec un pic, de l'eau et du sable ou du grès, à force de la battre.

Indépendamment des chaînes posées dans l'épaisseur des murs, on assujettit encore à l'extrémité des poutres, en dessus ou en dessous, une bande de fer à talon d'environ 1 mètre à $1^m,30$ de longueur, sur $0^m,06$ de largeur et $0^m,013$ d'épaisseur, au bout de laquelle est pratiqué un œil où l'on passe aussi une ancre qui s'encastre également au dehors du mur qui soutient sa portée. Dans le cas où les extrémités de deux poutres se rencontreraient vis-à-vis l'une de l'autre au milieu du mur, comme cela arrive quelquefois quand les maisons sont doubles, dans ce cas, disons-nous, on les lie ensemble au moyen d'une bande de fer solidement fixée avec des clous dentelés et retenue par des crampons ou talons à chaque bout.

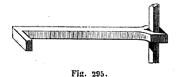


Fig. 295.

On doit encore en mettre de semblables avec des ancres, à l'extrémité des sablières, des grosses cloisons de charpente, au droit

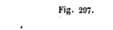
des planchers, et au bout des entraits des fermes, des combles, qui servent alors de chaînes et de tirants; enfin il faut en poser aussi à l'extrémité des pannes, des faîtages, soit à leur rencontre avec les murs de face, soit avec celle des murs de pignons d'un bâtiment, surtout lorsqu'ils sont isolés; et pour la raison d'empêcher d'étage en étage le déversement des murs de face, et pour que le bâtiment ne puisse s'écarter d'aucun côté de son aplomb.

Quand on emploie du fer plat, on prend ordinairement des barres de 54 à 67 millim. de largeur sur 13 à 15 millim. d'épaisseur. Si l'on prend du fer carré, les barres doivent avoir de 31 à 34 millim. de grosseur et quelquefois davantage si le bâtiment est d'une certaine étendue et d'une élévation plus qu'ordinaire. Toutefois les fers plats sont toujours préférables, parce qu'il arrive quelquefois qu'en forgeant les surfaces qui s'étendent sous le marteau, on diminue l'adhérence des parties du milieu sur lesquelles le marteau a eu moins d'action.

Il y a trois systèmes différents de former les assemblages des chaînes : car on ne trouve pas toujours les longueurs voulues pour le bâtiment.

On nomme assemblage à charnières, lorsque l'extrémité de l'une des barres est façonnée en forme de fourche dans laquelle on introduit le bout de l'autre. Les trois épaisseurs de fer réunies sont percées d'un trou dans lequel on fait entrer un boulon soit à vis, soit à clavette, et quelquefois de doubles coins quand il s'agit de faire tirer les barres qui forment la chaîne; on préfère les doubles coins; c'est ce que les ouvriers appellent *faire bander la chaîne*, c'est-à-dire lui faire produire toute l'action qu'on lui demande et dont elle est susceptible. Il arrive assez fréquemment que les chaînes et tirants en fer mi-plat manquent au droit du pli ou recourbure pratiqué à leur extrémité, pour que l'œil qui les termine puisse saisir l'ancre dans une position verticale, parce que le fer est corrompu en cet endroit. On peut toutefois éviter cet inconvénient


Fig. 296.


Fig. 297.

en posant les barres de champ dans les murs, ou le long de la paroi de l'une des faces verticales des poutres.

Dans le second assemblage, dit *à talons*, les extrémités qui doivent s'unir sont terminées par des talons ou ressauts, tournés en sens contraire. On fait bander la chaîne, en chassant des coins de fer entre les deux talons, et l'on maintient les bouts de barre réunis par le moyen de deux brides placées au droit des talons, fig. 298.

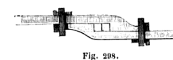


Fig. 298.

Le troisième système d'assemblage, dit *à moufles*, ne diffère du précédent qu'en ce que les talons sont plus forts et contournés ainsi qu'on le voit dans la figure 299. Cette manière de réunir les barres est la plus solide et elle est toujours préférée pour les chaînes d'une grande étendue qui ont de puissants efforts à soutenir.

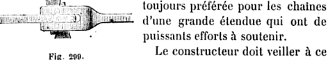


Fig. 299.

Le constructeur doit veiller à ce qu'on lui donne pour les chaînes, les tirants et les ancres, du fer de bonne qualité; il veillera aussi à ce que la façon des œils et des talons soit convenable et faite par un ouvrier entendu.

Ces fers doivent être pesés avant la pose; le serrurier doit en donner un attachement en double dont un est signé du propriétaire et rendu au serrurier, pièce qui lui sert de justification du poids des fers livrés, et accusé plus tard dans le mémoire des travaux.

Le prix du fer et de la façon pour chaînes, tirants et ancres, est convenu d'avance à tant les cent kilogrammes. Il y a des prix courants dans toutes les localités, qui varient selon la qualité du fer, l'activité plus ou moins grande des travaux, etc., et dont le constructeur peut toujours se rendre compte. Quand la localité où le fer est employé est à quelque distance de la ville où il est acheté, il faut naturellement tenir compte au serrurier du montant du transport extraordinaire, mais qu'on englobe dans le prix général souscrit d'avance par les deux parties.

Des Linteaux.

Le linteau est une barre de fer placée en travers et au sommet d'une baie de porte ou de fenêtre. Dans la maçonnerie ordinaire il est d'usage de placer des linteaux de bois de charpente au-dessus de l'ébrasement horizontal des fenêtres, et l'on bande le haut des tableaux en dehors, avec des moellons taillés en coupe, dans lesquels on met par précaution des barres (de fer) de linteau. Dans la construction en pierre de taille, ces barres sont encastrées sur les claveaux (pierres en forme de coin et qui forment la plate-bande) et scellées dans les pieds droits de la baie.

D'après des expériences faites par des hommes de l'art, il résulte que, relativement à la raideur des barres de fer posées horizontalement, un linteau de fer doit avoir pour épaisseur au moins la trentième partie de sa longueur entre les points d'appui, puisqu'il commence à plier sous son propre poids lorsqu'elle est moins de la cinquantième partie de sa longueur.

On a eu la preuve qu'une barre de fer qui avait 47 millim. de grosseur sur 45 millim. pliait par son propre poids de 4 millim. dans une longueur de $3^m,32$. Ce qui prouve combien peu on doit se fier aux barres posées sur les plates-bandes lorsqu'on ne les arrête pas par les bouts, pour les faire agir en tirant, pour les empêcher de courber; et, comme alors elles ont un double effort à soutenir, il est convenable de leur donner une largeur double de leur épaisseur verticale.

Employer les barres de fer comme simples supports, serait donc faire un faux emploi de la matière, parce que, dans ce cas, la flexion dont elle est susceptible annulerait l'effet qu'on se propose d'obtenir en employant cette sorte d'armatures.

Nous croyons utile de donner ici la manière d'évaluer la force des fers. Les barres de fer forgé acquièrent une augmentation de force en raison directe de leur périmètre ou pourtour de grosseur, et en raison inverse de leur épaisseur. Multipliez donc la surface de grosseur de la barre exprimée en millimètres carrés, plus son contour ou périmètre par 240, qui est la force moyenne des fers tout grains; ainsi désignant la surface

de la grosseur par *a*, le périmètre de la grosseur par *b*, et la force moyenne par *c*, on trouvera pour l'expression générale de la force des fers qui agissent en tirant, a $\times$ b $\times$ c.

Fers forgés, fers d'assemblage, quincailleries.

On distingue dans le bâtiment trois catégories d'ouvrages de serrurerie :

1° Ceux en fers forgés, tels que les gros fers et autres façonnés au marteau, et qui n'ont pas été travaillés sur l'établi ;

2° Ceux en fers d'assemblage, comprenant les grilles, balcons, rampes d'escaliers et autres ;

3° Enfin les ferrures ou quincailleries.

Nous avons déjà parlé des chaînes, des tirants, des ancres et des linteaux. Il faut encore ajouter à la série des gros fers de bâtiment les *étriers* fig. 300, bande de fer plat coudé, contre-coudé et à talon de chaque bout, destinée à embrasser une pièce de bois pour la suspendre ; les *plates-bandes*, barre de fer plat, qui se pose sur les barres d'appui et sur les rampes ; les *manteaux de cheminée*, pièce de fer qui porte sur les jambages ou sur les corbeaux, et qui soutient la partie supérieure de la cheminée ; les *bandes de trémie*, fig. 301, fers plats, coudés aux deux extrémités, portant sur les enchevêtrures en charpente, supportant l'âtre d'une cheminée, et remplaçant le bois à cette place, afin d'éviter l'incendie ; les *colliers*, liens de fer, dans la forme d'un anneau terminé par deux branches à scellement ou à pattes.

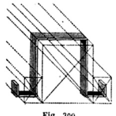


Fig. 300.

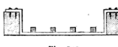


Fig. 301.

On range aussi dans la catégorie des gros fers les grilles dormantes pour fenêtres avec barreaux de fer, tels qu'ils se trouvent dans le commerce, scellés dans le linteau et l'appui de la fenêtre.

Les grilles le plus en usage pour clôture et les plus solides sont celles dont les montants ou barreaux, d'ordinaire ronds,

sont d'un seul morceau du bas jusqu'en haut. Les barreaux passent tout au travers de deux barres de fer transversales, nommées *traverses* ou *sommiers*. Quand les travées sont séparées par des piles de maçonnerie, les traverses sont scellées dans les piles. La traverse a des trous pour laisser passer les barreaux; en la forgeant, on lui ménage ses renflements au milieu desquels on perce les trous au foret. Il faut que ces trous aient exactement le diamètre des barreaux ronds qu'on y ajuste. On emploie aussi, ce qui n'est pas d'un mauvais effet, des barreaux carrés posés en diagonale.

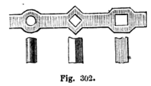


Fig. 302.

Quant aux balcons, on en exécute rarement aujourd'hui en fer forgé, qui a été remplacé par la fonte.

On aussi beaucoup simplifié les rampes d'escalier. Dans les escaliers dits à l'*anglaise*, qui n'ont pas de limon et dont les marches se profilent sur leur épaisseur, on emploie des barreaux de fer rond, qui par le bas, portent un tenon rond taraudé, ajusté et monté sur un support simple ou orné, dont la tête est ordinairement carrée, percée d'un trou pour recevoir le tenon du barreau, et posé soit à vis, pour les escaliers en bois, où à scellement pour ceux en pierre. Ces supports, nommés *pitons*, se posent à l'extérieur des marches.

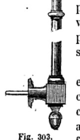


Fig. 303.

On pratique d'autres rampes, et qui sont le plus en usage aujourd'hui; elles ont leurs barreaux coudés à col de cygne par le bas, posés sur le côté de la marche, soit à pointe, soit à patte fixée avec des vis, et ornés de patères en cuivre ou en fonte.

Le serrurier fournit et le quincaillier vend un grand nombre d'objets qui s'emploient dans le bâtiment, auxquels on a donné le nom de *quincaillerie*, serrurerie proprement dite, et qui comprend la généralité des objets que l'on peut fabriquer en fer ou en acier, tant pour la solidité que pour la sûreté et la décoration. Les articles de quincaillerie sont innombrables : nous n'en mentionnerons que les plus importants et les plus en usage :

D'abord les serrures de toutes espèces, depuis 33 millim. jusqu'à 21 à 24 centimètres. La serrure est une boîte parallélipipédique, dont la face principale est une plaque de fer battu sur laquelle est bâtie la serrure et qui supporte la broche, la bouterolle, etc. : cette plaque est nommée *palastre*. La pièce opposée au palastre est nommée la couverture; c'est la partie visible et principale de la serrure; les quatre autres faces en forment l'épaisseur. La face que traverse le pène se nomme le bord ou rebord, les trois autres ont le nom de cloison. Ce sont donc six côtés formant une boîte qui contient tout le mécanisme. Le pène, petit verrou de fer que la clef fait aller et venir, se meut sur le palastre; il est contenu par un ressort qui le comprime et qui s'introduit dans des coches qui lui sont destinées. Une clef introduite dans cette machine accroche, en tournant, le ressort et le soulève, tandis qu'en même temps elle rencontre une barre du pène, la pousse et la fait marcher. Ce pène, en sortant de la serrure, entre dans une gâche qui retient sa tête fortement, et par ce moyen la porte est fermée. Afin d'empêcher qu'une clef étrangère n'ouvre la serrure, on dispose dans son intérieur des pièces minces, qui sont autant de portions de diaphragme, placées de telle sorte qu'elles passent librement dans des ouvertures correspondantes et ménagées à la clef. Voilà, aussi brièvement que possible, l'analyse du mécanisme d'une serrure.

Parmi les serrures on distingue :

La *serrure à veille*, qui sert à ouvrir un loquet.

La *serrure bénarde*, qui s'ouvre de deux côtés, employée dans les appartements pour s'enfermer à l'intérieur.

La *serrure à demi-tour*, dont le pène se pousse avec un bouton, une pomme, une olive, et qui s'ouvre aussi avec un demi-tour de clef. Cette sorte de serrure peut avoir un ou deux tours indépendamment du demi-tour.

La *serrure à pène dormant*, dont le pène ne se meut qu'au moyen de la clef.

La *serrure à deux fermetures*, celle qui se ferme à deux pènes par deux endroits dans le bord du palastre.

La *serrure de sûreté*, celle qui est parfaitement faite, dont les garnitures (c'est-à-dire les bouterolles, pertuis, planches,

râteaux et rouets) répondent bien aux entailles du panneton de la clef, et dont les pièces, les rivures, les brasures, sont parfaitement finies. Le pène de ces serrures est, assez ordinairement, dormant, et elles ont en outre un demi-tour et un verrou de nuit.

On se sert beaucoup de la serrure dont M. Sterlinget est l'inventeur. Elle est à tour et demi et marquée S T.



Fig. 304.

Les *gonds* à scellement et à repos pour volets extérieurs et persiennes, fig. 304.

Les loqueteaux simples fig. 305 ou coudés fig. 306, petits loquets à ressort, attachés au haut des fenêtres ou des persiennes à des endroits où la main ne peut atteindre et qu'on ouvre en tirant un cordon en fil de fer attaché à sa bascule. Le loqueteau peut entrer quelquefois dans un mantonnet; quelquefois aussi il porte lui-même son mantonnet, qui accroche un étoquiau (ou petite cheville en fer, ronde ou carrée).

Fig. 305.

Fig. 306.

Les *pivots à équerre*, pièce qui tourne sur son axe, employée pour les portes cochères ou pour les portes qu'on veut faire fermer seules.

Les *gonds à pointe simple* et ceux à *pointe et à repos*, fig. 307.

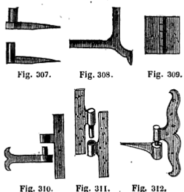


Fig. 307. Fig. 308. Fig. 309.

Fig. 310. Fig. 311. Fig. 312.

Les *pivots à équerre et crapaudine*, pour portes, fig. 308.

Les *charnières*, pour ferrure de placards, fig. 309.

La *pommelle simple* en T, pour portes et fenêtres, fig. 310.

La *pommelle double* en T, id. fig. 311.

La *pommelle simple* en S, pour portes et fenêtres, fig. 312.

Les *charnières* pour ouvrages divers, pour portes, armoires, etc.



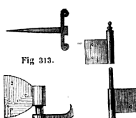


Fig 313. Fig. 314. Fig. 315.



Fig. 316.

Fig. 317. Fig. 318.

Fig. 319.

Les *tourniquets*, pour fixer les volets et les persiennes, fig. 313.

Les *pommelles simples* à queue d'aronde, pour usages divers, fig. 314.

Les *fiches à vases*, pour usages divers, fig. 315.

Les *charnières* pour volets brisés, fig. 316.

Les *charnières à un coq*, fig. 317.

Les *charnières à deux coqs*, fig. 317.

Les *couplets à pans*, fig. 318.

Les *loquets pour volets et portes*, fig. 319.

Les *espagnolettes* ou *crémones* avec leurs gachettes haut et bas, recevant le crochet, le support du haut et celui du bas et ceux du milieu s'il y en a, la poignée, l'agraphe et le contre-panneton.

Les *fiches à gonds*, pour portes pesantes, fig. 320.

Les *fiches à nœuds*, pour guichets, fig. 321.

Les *fiches à broche*, fig. 322.

Les *verroux à ressort sur platine*, pour haut, pour portes.
id. pour bas. id.

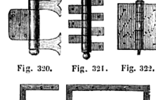


Fig. 320. Fig. 321. Fig. 322.

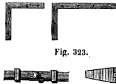


Fig. 323.

Fig. 324. Fig. 325.

Fig. 326. Fig. 327.

Les *équerres* simples ou doubles, pour volets, persiennes et fenêtres, fig. 323.

Les *targettes*, pour nombreux usages, fig. 324.

Les *charnières à branches*, fig. 325.

Les *poignées brisées*, fig. 326.

Les *crochets*, fig. 327.

On nomme *pentures* des bandes de fer méplat, terminées par

un œil ou anneau dans lequel entre le gond, et qu'on arrête sur la porte avec des clous. Leur usage est de tenir les portes ouvrant et fermant.

La penture peut être *soudée*, fig. 328 ou *ployée*, fig. 329.

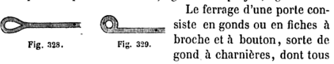


Fig. 328. Fig. 329.

Le ferrage d'une porte consiste en gonds ou en fiches à broche et à bouton, sorte de gond à charnières, dont tous les nœuds sont enfilés par une seule et même broche (fig. 321); ensuite vient la serrure et enfin la gâche. La gâche est une pièce de serrurerie dans laquelle s'engage le pène de la serrure pour tenir la porte fermée. Il est aisé de comprendre que cette pièce peut être plus ou moins compliquée, selon le degré de force et de sûreté qu'on veut lui donner ; quelquefois ce n'est qu'un simple crampon de fer. C'est au constructeur à choisir le genre de pentures et de serrure qu'il préfère selon son goût et selon les pièces auxquelles les portes sont destinées. Les belles serrures d'un prix élevé ne doivent être posées qu'aux portes d'entrée, xau salons, salles à manger et chambres à coucher. Pour les portes des autres pièces de la maison on peut choisir des serrures moins chères.

Fig. 330.

Il ne faut pas faire usage de charnières pour les portes d'appartement; car dans le cas où l'on voudrait déposer la porte, on abîmerait la peinture ainsi que la menuiserie. Il est donc convenable de n'employer pour des portes pleines que des gonds ou des fiches à broches et à bouton ; il y en a de simples et d'ornées dans le commerce.

Quant aux boutons de serrure, il y en a en cuivre, en cristal et en porcelaine blanche ou peinte. Les boutons en cuivre se ternissent facilement, sont d'un entretien journalier et donnent de l'odeur à la main qui s'en sert. Les boutons en cristal, devenus d'un usage vulgaire, sont préférables : il ne se crassent point. Il en est de même des boutons en porcelaine que nous recommandons comme étant d'un bon usage et d'un aspect élégant; le blanc se dessine nettement sur toute espèce de peinture.

Le commerce livre des serrures qui se posent dans l'épais-

seur des portes et qui sont invisibles. Elles sont convenables pour les salons, les salles à manger; on peut aussi les employer pour les chambres à coucher; elles coûtent un peu plus que les serrures ordinaires.

Si les ferrures de portes sont simples, celles des fenêtres au contraire sont compliquées, mais cependant faciles à comprendre et à ordonner.

Il faut d'abord attacher les châssis mobiles ou bâtis au dormant, portion de la fenêtre scellée contre la maçonnerie au moyen de pattes à scellement, dans l'intérieur, dans la feuillure. Ces pattes doivent être encastrées, affleurer la menuiserie et être par conséquent invisibles. Pour attacher les châssis vitrés au bâti, on se sert de fiches à broche ou de fiche à vase, à volonté. Quand la fenêtre est de moyenne hauteur, on se contente de trois fiches : mais si la fenêtre a de l'étendue, il faut la munir de quatre fiches dans son élévation.

La fermeture des châssis mobiles d'une fenêtre se fait par l'espagnolette. Cette fermeture se compose d'une barre de fer ronde ou verge ronde, terminée aux deux extrémités en crochets, qui sont destinés à entrer dans les gâches (l'une placée dans la traverse du haut du bâti, l'autre dans la pièce d'appui quand la verge tourne sur son axe vertical), et qui en sortent quand elle tourne en sens inverse. La verge passe dans plusieurs lacets (deux, trois, quatre, selon la hauteur de la fenêtre), terminés en pitons qui l'attachent sur celui des deux battants qui reçoit l'autre battant dans la feuillure ou la gueule de loup, et qui lui laissent la liberté de tourner. Les pitons traversent le montant et se fixent à l'extérieur au moyen d'écrous encastrés. Des embases (petite partie saillante) placées des deux côtés de la tête des pitons (haut et bas) empêchent la verge de hausser ou baisser et ne lui laissent que le mouvement giratoire. A la portée de la main un levier de 16 à 19 centimètres de longueur, façonné diversement en poignée pleine ou à jour et ornée d'un bouton, est attaché sur le cul de poule, de manière à pouvoir se mouvoir horizontalement et verticalement. Dans son mouvement horizontal, ce levier tourne la verge, ouvre ou ferme la fenêtre ; et par le mouvement vertical de son extrémité, on l'accroche à un crochet nommé support, placé

sur le battant opposé, et par ce moyen la fenêtre reste fermée.

Quand il y a des volets intérieurs, on ajoute à l'espagnolette de petits tenons nommés *pannetons*, ou *ailerons*, qui servent à tenir les volets fermés, de façon que cette ferrure retient tout, et d'un seul coup de main ou effort on ouvre ou on ferme la fenêtre et les volets intérieurs.

Les deux châssis mobiles sont munis haut et bas, à l'intérieur, d'équerres pour maintenir les angles droits de la menuiserie, ou angles à 90 degrés. Toute la ferrure complète de la fenêtre est ce qu'on nomme quincaillerie. Le propriétaire peut lui-même acheter les différents objets qui composent cette ferrure et ensuite en confier la pose au serrurier. Il se rendra dans les magasins où se vendent ces objets, et il fera son choix selon son goût et le prix qu'il veut mettre aux objets à acheter : car le choix est arbitraire. Il fera bien de se faire donner un modèle d'espagnolette qu'il montrera au menuisier, afin que ce dernier connaisse à l'avance comment on entend que ses fenêtres seront ferrées. Il fera bien aussi de se conformer aux échantillons du commerce, afin de ne pas avoir de retouches et d'augmentation de main-d'œuvre.

Quand la menuiserie est ferrée, il faut d'abord avoir soin de ne pas la laisser au soleil ni à l'humidité. Aussitôt qu'elle sera ferrée, mettez-la dans un lieu sec et abrité, et faites-lui donner une première couche de peinture à l'huile, nommée *impression*.

Quels que soient le genre, la nature et la destination des objets de serrurerie, ils doivent toujours être peints ou goudronnés avant leur pose ou mise en place, pour les préserver de la rouille; on doit demander au serrurier que les écrous et les vis soient graissés; lorsqu'on pratique des encastrements (objet placé dans un autre au moyen d'une entaille qui lui est préparée), ils doivent être de la plus rigoureuse précision; que l'entaille d'une équerre, par exemple, ne soit pas plus grande que l'équerre qui doit y être placée; il faut que les trous des boulons soient droits, parfaitement ronds et du diamètre exact et nécessaire pour loger ces pièces. Si l'on n'assujettit pas les ouvriers à cette exactitude et à ces précautions, on ne peut pas entièrement compter sur ce procédé de liaison, car si les bou-

lons peuvent remuer et ballotter, ils finiront dans un temps donné par agrandir leurs trous et en peu d'années ne rendre plus aucun service.

Il ne faut jamais compter sur le mastic pour réparer les maladresses de quelque ouvrier inhabile ; demandez toujours de bons compagnons à l'entrepreneur, et ne confiez jamais le ferrage et la pose de votre menuiserie à des apprentis ou ouvriers trop jeunes et sans assez d'expérience. Ayez soin que les pièces encastrées affleurent bien les bois où elles sont entaillées, qu'elles n'aient pas de gauche et que lorsqu'elles sont recouvertes de peinture elles semblent ne former qu'un avec le bois. Cette observation s'applique surtout à la pose des équerres et des gâches.

On sait quel est l'usage et le but des sonnettes dans une maison. Leur pose est très simple, mais demande de l'attention et de l'intelligence. Il s'agit de faire arriver à la sonnette, librement, sans frottements et le plus directement possible, un fil de fer tiré par la main de celui qui sonne. Il faut souvent que le fil de fer traverse des étages, des murs et des cloisons.

Les sonnettes, qui sont de petites cloches en cuivre et en étain, se trouvent dans le commerce, et l'on choisit celles dont le son convient au but qu'on se propose. En en posant plusieurs dans une maison, on fera bien de les prendre de différents sons, afin d'obtenir une sorte de gamme à laquelle s'habituera l'oreille des domestiques, qui au ton entendu sauront de quelle pièce on a sonné. Pour la porte d'entrée, il faut employer une grosse sonnette, afin qu'on puisse entendre le son de toutes les parties de la maison, pour ainsi dire ; que la sonnette du salon soit distincte de celle de la salle à manger ; que les sonnettes du rez-de-chaussée se distinguent de celles du premier étage, et ainsi de suite.

L'établissement des sonnettes consiste d'abord dans l'objet qui rend le son et qui avertit, ensuite de ressorts, de supports, de platines, de conduits, de mouvements, de bascules et de fil de fer. On sait ce qu'est un ressort : c'est un corps destiné à donner du mouvement et qui se déforme par l'action d'une force, et qui reprend sa forme primitive quand la force qui l'a dérangé cesse d'agir. Il y a des ressorts en spirale et en

hélice (dit à pompe), de rappel ou de renvoi. Les conduits ou tuyaux sont des petites douilles (morceaux de fer blanc rectangulaires recourbés sur eux-mêmes en forme de cylindre, ou tuyau creux cylindrique), introduites dans les trous des murs et des cloisons pour les garantir du frottement du fil de fer. Les mouvements consistent en de petites tringles de fer ou de cuivre qui tournent par le sommet d'un de leurs angles sur une petite broche placée à la tête d'un étoquiau (petite cheville en fer, ronde ou carrée) piqué dans un mur ou une cloison, et qui ont le fil de fer attaché aux deux bouts des côtés de l'angle de rotation. Le mouvement de sonnette a pour but de changer la direction de la force imprimée au cordon de la sonnette; il y en a qui se meuvent horizontalement, d'autres dans une direction verticale. On sait qu'en général en mécanique la bascule est un levier.

« Après avoir vu d'où part le tirage et le lieu où il convient de placer la sonnette, le serrurier fixe la route de ses fils de fer et perce ses trous. Mais ici il faut prendre des mesures exactes en dehors et en dedans des chambres; car s'il se trouve un mur de refend placé de telle sorte que l'angle de la chambre voisine ne réponde pas à celui de la première pièce d'où vient le tirage, il ne faut pas percer dans l'angle de la première, il faut percer dans l'angle du mur de refend; si le trou arrive à grande distance de l'angle de la première chambre, il faut un mouvement horizontal dans l'angle et un autre à l'entrée du trou; mais si la distance n'est que d'à peu près 32 centimètres, on y place une bascule dont une des branches répond à l'angle de la chambre, et l'autre à l'entrée du trou. Si le fil de fer traverse une pièce entière, il faut lui préparer, de distance en distance, de petits conduits de gros fil de fer, ployé en deux branches pointées, entre lesquelles le fil de fer passera pour se soutenir. »

« Après avoir ainsi percé des trous correspondant les uns aux autres jusqu'à la pièce où l'on juge devoir placer la sonnette, le serrurier attache son fil au premier mouvement, le plus voisin de celui qui sonne, cheminée ou lit, etc.; ce premier mouvement se nomme de tirage : il est vertical et change en horizontale la direction qui vient du sonneur; c'est entre les branches de ce mouvement qu'il place la pointe d'arrêt; la

pointe entre les branches leur laisse assez de mouvement libre et les arrête alternativement où il faut pour empêcher un renversement et produire le choc désiré ; ensuite il passe son fil dans le trou voisin, et en attache le bout à la première branche du mouvement suivant, et ainsi de suite, en essayant ces mouvements, qui doivent être bien sur leur tirage, c'est-à-dire à l'équerre les uns sur les autres, jusqu'à la bascule de la sonnette, au bout de laquelle il attache provisoirement son fil de fer, qu'il n'attache à demeure qu'après avoir plusieurs fois essayé si tout l'appareil joue bien librement.

« Pour peu qu'il y ait trois ou quatre mouvements, on doit éprouver un peu de roide dans leur jeu, ou des frottements dans les trous, qui empêchent le ressort de la sonnette de se restituer vigoureusement ; alors le serrurier place des ressorts de rappel où cela est nécessaire : en élastique ou laiton. On place ce ressort de manière que la puissance le bande en sonnant, et en se débandant il seconde le ressort de la sonnette. Le fil de fer qui vient du rappel s'ajuste sur celui qui vient de la sonnette, se tortille dessus ; en un mot il s'y attache de manière à ne pas glisser ; on essaye si le rappel tire bien, s'il restitue bien le fil de fer, si le mouvement de tirage choque bien sur sa pointe d'arrêt. C'est ainsi qu'allant de mouvement en mouvement, de trou en trou, d'angle en angle, le poseur arrive à la sonnette et y fixe définitivement le fil de fer.

« L'ouvrier doit juger s'il faut placer les mouvements horizontaux, avec le sommet en dedans ou en dehors, sur ou sous sa broche ; cela dépend du voisinage d'une corniche ou d'une moulure, de la profondeur à laquelle il peut enfoncer la tige de son, mouvement, etc. : il se conforme au local. Si la puissance s'applique au coulisseau, elle n'excédera pas l'effort nécessaire ; mais si on fait usage d'un cordon, on peut y appliquer plus de force qu'il ne faut, et surtout décomposer cette force par une direction oblique. Le serrurier y obvie en faisant passer le cordon dans un petit crampon placé au-dessous du mouvement pour assurer la direction, et en plaçant convenablement la pointe d'arrêt.

« Si on n'a qu'une sonnette pour deux ou plusieurs cordons de tirage, on ajuste le fil de fer de divers tirages, là où ils ar-

rivent, sur le principal : c'est le cas de multiplier les rappels en avant et en arrière des jonctions.

« Les branches des mouvements sont ordinairement de cuivre fondu, mais la broche sur laquelle ils tournent est de fer ; quelquefois aussi on substitue du fil de laiton au fil de fer. Les mouvements sont égaux, mais la branche du cordon de celui de tirage est plus longue. Un mouvement auquel on laisse trop d'espace à parcourir dans sa rotation se remue, c'est-à-dire fait un tour entier ; alors le jeu de tout le mécanisme est interrompu : on prévient cet accident par les pointes d'arrêt qui bornent la course du mouvement. Cet accident est plus à craindre au mouvement de tirage qu'à tout autre, raison pour laquelle on lui met toujours une pointe d'arrêt. »

On se sert encore fréquemment du mécanisme dont nous venons de faire la description. On a cependant inventé de nos jours un moyen encore plus expéditif d'appeler les domestiques. Il s'agit des cordons de sonnette et conduits acoustiques, dont les plus simples constituent le système d'avertissement par le sifflet. Il se compose d'un cornet pour recevoir la voix et pour entendre, d'un cordon creux acoustique recouvert dans toute sa longueur par un nouveau procédé, qui est l'emploi de boyaux ou de gutta-percha. Les tuyaux courants employés pour une distance de moins de 30 mètres coûtent 1 fr. 50 le mètre, et ceux employés pour une distance de plus de 30 mètres, 2 fr. le mètre. La portion du tuyau, qui pend dans chaque appartement coûte 4 fr. le mètre recouverte en passementerie de coton, 5 fr. de laine, et 7 fr. de soie. L'embouchure avec sifflet d'appel en palissandre coûte 3 fr. et en buffle 4 fr. (1).

L'avantage de ces cordons acoustiques c'est de gagner du temps. A l'appel des sonnettes ordinaires, les domestiques arrivent et demandent les ordres du maître : ensuite, ils vont faire la commission dont on les a chargés ou chercher ce qu'on leur a demandé. On voit qu'il y a perte de temps, tandis qu'au moyen des cordons acoustiques on dit de suite aux domestiques ce que l'on veut et en leur indiquant, à grande distance

(1) Ces tuyaux se trouvent à la manufacture générale de gutta-percha de A. Leverd et Cie, 218, faubourg Saint-Martin, à Paris.

même, ce que l'on veut avoir; ils l'apportent directement. Toutefois, l'emploi de l'ancien système ou du système acoustique est arbitraire et au choix du propriétaire, qui peut être seul juge dans ce choix.

La pose des tuyaux acoustiques et de leurs cordons se fait facilement.

CHAPITRE VIII.

Couverture.

La couverture d'un bâtiment est destinée à le garantir contre toutes les influences de l'atmosphère et surtout de le préserver de l'humidité. La principale qualité de la couverture est donc d'être imperméable ou exécutée de telle sorte qu'elle ne peut être traversée par l'eau. Cette condition laisse une grande latitude quant à l'inclinaison des toits, et dont nous avons déjà parlé en traitant de la charpente; mais la nature des matériaux employés la limite quelquefois. Tantôt il faut que la pente soit peu considérable pour que les matériaux ne glissent pas : ceux-ci doivent être favorables à l'écoulement des eaux; tantôt, au contraire, il faut pour l'écoulement que la pente soit rapide; dans d'autres cas, la matière propice à l'écoulement, et pouvant sous ce rapport être établie suivant une surface peu inclinée, donnerait les plus mauvais résultats quant à la facilité avec laquelle l'eau remonterait entre les surfaces en contact. Il faut alors, malgré cette propriété de la matière, que l'inclinaison soit forte pour éviter ce résultat, comme aussi pour que les vents n'enlèvent pas les parties dont la couverture est formée.

Il y a plusieurs sortes de matériaux employés à la couverture des bâtiments, dont deux sortes sont surtout le plus en usage : c'est l'*ardoise* et la *tuile*.

Couverture en ardoise.

L'ardoise est une espèce de pierre schisteuse qui a la propriété de pouvoir être débitée en lames fort minces, très-unies et légères. C'est pour cette raison qu'il faut l'employer toutes les fois qu'on peut s'en procurer à des prix modérés. Dans le climat de Paris et de ses environs l'ardoise ne convient pas pour la couverture des combles qui ont moins de 30 degrés de pente. Les ardoises dont on se sert à Paris et dans une grande partie de la France sont tirées des carrières d'Angers et de celles du département des Ardennes.

On débite dans les carrières d'Angers des ardoises de quatre échantillons différents : 1° la grande carrée forte de 29 centimètres de longueur sur 21 de largeur, dont l'épaisseur varie de 2,820 millimètres à 3,950 millim. ; 2° la grande carrée fine, de même longueur et largeur que la précédente dont l'épaisseur varie depuis 0,752 millim. jusqu'à 1,692 millim.; 3° les ardoises appelées cartelettes, qui n'ont que 21 centimètres de longueur sur 16 de largeur ; et celles appelées fortes, portant depuis 2,820 millim. jusqu'à 3,950 d'épaisseur; 4° les cartelettes minces, de mêmes longeur et largeur, mais dont l'épaisseur varie depuis 0,752 millim. jusqu'à 1,692.

Le millier d'ardoises, dites grandes carrées fortes, pèse de 540 à 587 kilogrammes ;

Le millier des grandes carrées fines, de 195 à 245 kilogrammes ;

Le millier d'ardoises cartelettes fortes, de 342 à 391 ;

Le millier des cartelettes fines, de 146 à 195 ;

Les grandes ardoises s'emploient à 10 centim. de pureau, et il en faut 42 pour un mètre carré. Les cartelettes s'emploient à 8 centim. de pureau, et il faut 74 pour un mètre carré.

Les grandes ardoises de Charleville, qu'on désigne sous le nom de Saint-Louis, ont 19 centim. de largeur sur 27 centim. réduits de longueur, parce qu'elles ne sont pas équarries par le haut. On les pose à 8 centim. de pureau, et il en faut 56 pour un mètre carré. Le millier pèse 391 kilog.

Le petit Saint-Louis de Charleville porte 16 centim. de lar-

geur sur 26 centim. réduits de longueur. Elles se posent aussi à 8 centim. de pureau, et il en faut 74 pour un mètre carré.

Les ardoises de Fumay sont d'un noir roux; il y en a de deux espèces de mêmes longueur et largeur, qui ne diffèrent que par leur épaisseur. Leur largeur est de 16 centim. et leur longueur réduite est de 24 centim.; elles se posent à 61 millim. de pureau et il en faut 74 pour un mètre carré. Les fortes ont environ 2,820 millim. d'épaisseur et les faibles 1,692 millim. Le poids du milier des ardoises fortes varie de 293 à 342 kilogr. et celui des faibles 171 à 195.

Pour faire la couverture d'ardoises, fig. 331, on commence par bien dresser les chevrons : ensuite, on latte en commençant par le bas, avec des voliges en peuplier ou autres bois blancs. La volige étant posée, on forme l'égout, c'est-à-dire e bord inférieur de la couverture. Cet égout peut se faire de trois manières, c'est-à-dire simple, retroussé ou pendant.

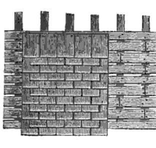


Fig 331.

L'égout simple se fait en posant le premier rang d'ardoises, de façon qu'elles recouvrent le chaîneau pour verser les eaux dedans. Lorsqu'au bas d'un comble il se trouve une corniche avec un chaîneau destiné à recevoir les eaux de la couverture, c'est le cas d'un égout simple, c'est-à-dire qu'on se contente de faire recouvrir le bord du chaîneau par le premier rang d'ardoises.

S'il se trouve une corniche sans chaîneau, on forme un égout retroussé; pour cela on commence à poser un premier rang de tuiles en plâtre ou en mortier sur le bord de la corniche, qui avance au-delà de la cimaise d'environ 10 centim. Le premier rang doit avoir un peu de pente en dehors; on double le premier rang par un second posé en liaison, qui n'avance pas plus que le premier et qui se nomme *doublis.* On doit avoir la précaution de peindre les tuiles en noir pour ne pas faire disparate avec l'ardoise. A partir de l'égout le surplus de la couverture s'opère en posant les ardoises par rangs horizontaux

et en liaison, et bien alignés par le bas, arrêtés chacune avec deux clous. On donne au pureau, ou partie apparente, le tiers de la longueur de l'ardoise. Le pureau est toujours le même, quelle que soit la pente des toits. Cependant il conviendrait que le pureau fût moins grand pour les toits qui ont peu de pente que pour ceux qui en ont beaucoup. Ainsi sur les combles à la Mansard, dont la partie inférieure a plus de 60 degrés d'inclinaison, les ardoises peuvent avoir des pureaux des trois quarts de leur hauteur, tandis que pour la partie supérieure des mêmes combles, dont la pente est de moins de 30 degrés, les pureaux pourront être réduits jusqu'au quart. Sur des combles à 45 degrés, les pureaux partageront les ardoises en deux parties égales.

Dans les combles à la Mansard, il faut observer de former au droit du brisis un petit égout de 5 à 8 centimètres de saillie, pour recevoir le dernier rang d'ardoises de la partie inférieure : on y place souvent aussi une bavette en plomb ou en zing.

Les faîtages ainsi que les noues, les chaîneaux, les arêtiers et le dessus des lucarnes sont formés en plomb. Mais le plomb est cher et tente les voleurs. On y substitue des tuiles creuses, nommées tuiles faîtières; elles se posent sur l'angle (pour le recouvrir) formé par la réunion au sommet de deux pentes. Ces faîtières se posent en plâtre ou en mortier. Comme d'ordinaire ces tuiles sont cylindriques, ou d'égale largeur par les deux bouts, elles ne s'emboîtent pas pour se recouvrir : on est donc obligé de faire les joints en plâtre.

On termine les toits à une seule pente et les pignons par des filets en plâtre ou en mortier, quelquefois aussi en ciment, qu'on désigne sous le nom de *solins* quand ils sont isolés, et de *ruelles* lorsqu'ils sont le long des murs. Les plis que forment les surfaces des combles en suivant la direction des murs, se nomment *arêtiers* au droit des angles saillants, et *noues* au droit des angles rentrants.

On peint les tuiles faîtières et celle des arêtiers en noir à l'huile. Pour former les arêtiers et les noues, on coupe les ardoises diagonalement. Pour les arêtiers qui ne doivent être recouverts ni en plomb, zing, ni en tuiles, on a soin de tailler les ardoises de manière qu'elles forment juste l'arêtier, et que

les unes recouvrent exactement l'épaisseur des autres, afin que l'eau ne puisse pas s'introduire dans les joints. On peut poser par le bas une petite bavette de plomb taillée en *oreille de chat*, qui aura plus de saillie que l'ardoise.

Couverture en tuiles plates.

La couverture en tuiles plates, fig. 332, convient pour les combles qui ont beaucoup d'inclinaison. La moindre pente qu'on puisse donner à ces couvertures est de 27 à 60 degrés. La forme des tuiles plates est d'ordinaire rectangulaire, plus longue que large ; elles portent par derrière une espèce de tasseau de même matière, qui sert à accrocher, et quelquefois même des trous pour les fixer plus solidement avec des clous. Le pureau de la tuile doit être en général du tiers de sa hauteur.

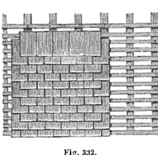


Fig. 332.

Les dimensions des tuiles à Paris sont pour le grand moule, de 31 centim. de longueur ou hauteur, sur 23 centim. de largeur. Leur épaisseur est de 16 millim. et leur poids est d'environ 1 kilog. 958. La longueur du petit moule est de 25 centim. et sa largeur de 182 millim. sur un peu moins de 13 millim. d'épaisseur. Le cent pèse 132 kilogr.

A Paris les tuiles faîtières qui sont creuses ont de longueur 378 millim. sur 32 de contour et 24 de diamètre; elles sont cylindriques et ne se recouvrent pas.

Il n'est pas nécessaire pour la couverture en tuiles plates que les chevrons soient recouverts en planches; il suffit que ces pièces soient arrêtées et dressées par-dessus. Dans le cas contraire le premier soin des couvreurs sera de recouper les parties trop hautes.

Quand la superficie des chevrons est bien dressée, les ouvriers posent des lattes en commençant par le bas; ces lattes doivent

être en bois de chêne *refendu ;* elles doivent être de droit fil, sans nœuds, clouées sur chaque chevron. On les pose par rangs de niveau et en liaison, c'est-à-dire que les bouts des lattes ne doivent pas se trouver à chaque rang sur le même chevron, mais sur des chevrons différents, afin de les mieux lier ensemble. La distance des rangs de lattes doit être d'un tiers de la hauteur de la tuile. Ces lattes, qu'on désigne sous le nom de lattes carrées, ont 1^m,30 de longueur, afin de pouvoir être clouées sur quatre chevrons espacés de 33 centim.; elles ont environ 40 à 45 millim. de largeur sur 3 à 4 millim. d'épaisseur. Le clou dont on se sert pour fixer ces lattes a 25 millim. de longueur; lorsqu'il est fin il en faut 320 pour 409 grammes, et ordinairement 260.

Les lattes étant posées, on commence la couverture par le rang du bas, qui forme égout. Comme pour l'ardoise, l'égout peut être simple, retroussé et pendant. Nous avons dit précédemment ce que c'était qu'un égout simple, qu'un égout retroussé. Quant à l'égout pendant, il n'a lieu que lorsqu'il n'y a pas de corniche pour soutenir le bas de la couverture. Pour former l'égout pendant, on commence par clouer, sur les extrémités inférieures des chevrons, qui doivent avancer de 48 à 50 centimètres environ au delà du parement extérieur du mur de face, un rang de planches appelées *chanlattes,* taillées en couteau; c'est-à-dire plus épaisses d'un bord que de l'autre, afin de procurer au premier rang de tuiles le relèvement nécessaire pour former l'égout. Sur ces chanlattes ou pose un double rang de tuiles.

L'égout étant formé, on accroche sur le premier rang de lattes, au-dessus des tuiles qui forment l'égout, un rang de tuiles qui constitue ce qu'on nomme *pureau* sur celles de l'égout; comme elles prennent une autre inclinaison, il est à propos de doubler le bas de ce premier rang par des demi-tuiles posées en plâtre ou en mortier. Sur ce premier rang on en accroche un second, de manière que les joints montants répondent au milieu de la largeur des tuiles du premier rang. Comme les rangs de lattes ne sont éloignés que du tiers de la longueur de la tuile, il en résulte que la partie apparente du premier rang, ainsi que des autres, n'est que le tiers de la lon-

gueur de la tuile; et c'est cette partie apparente que les couvreurs appellent *pureau*, comme dans la couverture en ardoises.

On continue à poser les autres rangs de tuiles en allant de bas en haut, et en observant de faire les pureaux d'égale hauteur et bien alignés en dessous, et que les joints montant de chaque rang répondent toujours au milieu des tuilles de dessous jusqu'à ce qu'on soit parvenu au sommet ou faîtage du comble. Lorsque le comble est à deux pentes, on recouvre l'angle que forment ces pentes à leur jonction par un rang de tuiles creuses, comme nous l'avons déjà indiqué pour la couverture en ardoises.

Les lucarnes exigent des couvertures différentes : les unes sont à une seule pente et les autres à plusieurs. Toutes ces couvertures sont exécutées comme les précédentes, en observant de faire les faîtages, les noues et les arêtiers comme nous l'avons expliqué pour les ardoises.

Relativement à la forme, on distingue en France trois espèces de tuiles qui sont le plus en usage. Il y a d'abord la tuile ***plate***, dont nous avons parlé; ensuite il y a la tuile ***creuse*** et la tuile en S dite flamande, employée dans le nord-est et dans d'autres parties de la France. Comme la tuile flamande porte un crochet par derrière, elle peut se placer sur des combles dont la pente est roide, c'est-à-dire depuis 30 jusqu'à 40 degrés. Ces tuiles, qui ont une partie convexe et une concave, se recouvrent sur leur longueur et sur leur largeur; elles forment des cordons selon la pente du comble. Le crochet ou tasseau, qu'elles portent par derrière, fait qu'elles peuvent se poser sur un lattis comme les tuiles plates. Mais comme elles ont peu de recouvrement et qu'elles sont toujours un peu gauches, elles ont besoin d'être mastiquées dans leurs joints pour que l'eau n'y pénètre pas dans les grandes pluies.

Les tuiles creuses, qui ressemblent aux faîtières, se posent les unes sur la partie convexe et les autres recouvrent chacune les deux bords des deux rangs à droite et à gauche.

Dans toute couverture, il faut avoir soin de poser de distance en distance et sur plusieurs rangs des crochets en fer forgé, peints d'abord au minium et ensuite en noir ou couleur d'ardoise. Ces crochets sont utiles en cas d'incendie et facilitent

ensuite l'arrivée aux cheminées pour le ramonage et enfin les réparations à faire aux toits.

Depuis quelque temps il est d'usage de couvrir avec du zing certaines parties des combles, surtout les faux combles des toits à la Mansard. Cette couverture est, il est vrai, légère et économique; mais elle offre de très-grands inconvénients, car elle laisse pénétrer la chaleur en été et le froid en hiver. Comme on loge ordinairement les domestiques sous les combles, on les expose par la couverture en zing de cuire en été et de geler en hiver.

Au nombre des articles en terre cuite de la fabrique de M. Émile Muller et Cie, 50 gare prolongée d'Ivry, sont ses tuiles de diverses espèces, ses faîtières, ses entrevous pour planchers en fer ou en bois et plafonds d'écurie, ses chaperons à un et deux égouts, pour murs de clôture, etc.

Le mètre superficiel de la tuile, Muller, compris lattis, coûte 4 fr. 45, prix de règlement de la ville de Paris.

Une autre espèce de tuile, plus décorative que la précédente, est celle de MM. Josson et Delangle, d'Anvers en Belgique, importée en France et vendue par M. Dardespinne, 196, quai Jemmappes à Paris. Elle a la forme d'un écusson. Ses doubles rebords et articulations refoulent les eaux, empêchent les neiges fines de s'infiltrer à l'intérieur, et elle résiste également aux coups de vents et ouragans les plus forts. Les cannelures d'aérage et d'écoulement dont elle est pourvue, tout en lui donnant de la force neutralisent les effets de l'absorption capillaire et s'opposent aux épanchements des pluies à l'intérieur. Elle est de deux couleurs, rouge et grise : on en obtient par conséquent des dessins variés. La tuile Josson ne pèse que 40 kilogrammes par mètre : elle coûte 5 fr. le mètre superficiel, et les faîtières valent 2 fr. le mètre courant, pose comprise comme pour les tuiles, qui coûtent, le grand moule 140 fr. le mille : il en faut 22 1/2 par mètre superficiel. Le petit moule coûte 135 fr. le mille; il en faut 45 par mètre superficiel.

Nous croyons inutile de nous occuper des couvertures en pierre, qui ne sont que très-rarement employées. Il en est de même de celles en cuivre et en plomb.

Le feutre asphaltique est une bonne couverture pour des

constructions légères, pour les hangars, les appentis et des magasins temporaires. Il se fait en rouleaux de 32 mètres sur 80 centim. de largeur. Celui de l'usine de Saint-Maur et qu'on trouve chez J. Hautrive et C[ie], 59, rue du Château-d'Eau à Paris, coûte 75 centimes à 1 fr. 25 le mètre.

CHAPITRE IX.

Du Carrelage.

A Paris et dans les grandes villes de France, le carrelage forme un métier à part et certains ouvriers ne font exclusivement que ce travail. Il n'en est point ainsi en province et là les maçons se chargent de ces travaux spéciaux. Il n'est plus d'usage à Paris et dans les maisons de carreler toutes les pièces d'une maison d'habitation. On ne pave de carreaux que certaines pièces qui doivent être tenues fraîches ou bien certains espaces des dépendances d'une habitation, surtout à la campagne. Les carreaux communs sont ceux qui sont faits en terre cuite, préparée comme pour les briques. D'autres, sont de petites dalles en pierre calcaire dure, souvent à l'état de marbre. Il y en a de plusieurs formes et de plusieurs grandeurs : il y en a de triangulaires, de carrées, d'hexagonales, d'octogonales, etc. Il est d'usage de les employer séparément ou d'en faire des combinaisons diverses.

Les carreaux les plus ordinairement employés sont à six pans ou côtés et en terre cuite. On en trouve de deux dimensions : les uns, employés au pavage des chambres, ont vingt-sept millimètres d'épaisseur, et peuvent s'incrire dans un cercle de vingt centimètres de diamètre. Les autres sont plus petits, et s'incrivent dans un cercle de quatorze centimètres de diamètre; il en faut respectivement 40 et 80 pour former une superficie d'un mètre carré, et le poids du mille varie de 800 à 900, et de 350 à 400 kilogrammes.

Les meilleurs carreaux sont ceux qu'on fabrique en Bour-

gogne : ce sont ceux qui résistent aussi le mieux à l'humidité. Viennent ensuite ceux de Massy, département de Seine-et-Oise, et ceux de Paris, que l'on emploie ordinairement et qui sont mieux moulés que les derniers.

Pour carreler une pièce, il faut d'abord s'assurer exactement du niveau de son sol; il faut convenablement régulariser la forme sur laquelle les carreaux doivent être posés, en répandant sur l'aire, en plâtre ou en autre matière, de la poussière provenant de démolitions d'ouvrages en plâtre ou de recoupes de pierres qu'on a eu soin de passer au panier. Le niveau des pièces est ordinairement celui du dessus des seuils des portes pour les rez-de-chaussée, et celui de la marche palière pour les étages supérieurs.

Nous n'entrerons point ici dans la manière dont l'ouvrier carreleur ou maçon doit s'y prendre pour carreler une pièce; nous dirons seulement que lorsque la pièce est achevée on doit faire les raccords le long des murs avec des morceaux de carreaux. On nomme ces morceaux *pièces*, quand ils proviennent de carreaux coupés parallèlement à une de leurs arêtes, et *pointes* quand, au contraire, ils proviennent de carreaux coupés perpendiculairement à l'une de leurs arêtes.

Pour les foyers de cheminée on est dans l'usage de se servir de carreaux carrés, c'est-à-dire n'ayant que quatre faces. On les raccorde avec le carrelage de la pièce par un joint droit qui doit se trouver dans l'alignement du devant des jambages de la cheminée.

On peut se servir de mortier de chaux et de sable pour la pose des carreaux au rez-de-chaussée et c'est aussi l'habitude dans toutes les contrées où il y a absence de plâtre, et où il est d'un prix trop élevé.

On trouve dans le commerce des carreaux de forme carrée en terre cuite, mais on ne les emploie guère que pour couvrir les fourneaux de cuisine et pour daller les foyers de cheminée des appartements. On peut cependant, en abandonnant la routine, se servir de carreaux carrés pour carreler, les cuisines, les offices et autres dépendances. Quand ces carreaux sont d'une bonne qualité et qu'ils ont été posés avec soin, ils durent très-longtemps et forment un sol très-propre et même agréable à la

vue. On en fabrique de trois échantillons, qui ont chacun leur usage particulier; ceux des deux premiers échantillons ont 27 millimètres d'épaisseur, et respectivement 20 et 16 centimètres de côté; ceux du troisième, nommés *carreaux à bandes*, ont deux centimètres d'épaisseur et seize de côté.

Dans beaucoup de villes du midi de la France, on emploie des carreaux carrés et hexagonaux et dont la surface est polie ou vernie. En les frottant avec un linge un peu gras, on leur donne un aspect de propreté que la peinture à l'huile et l'encaustique sont loin de leur prêter. C'est à Trèbes, auprès de Carcassonne, et à Saint-Henri que se trouvent les fabriques qui sont en grande réputation pour cette sorte de carreaux : de ces lieux on les expédie dans presque toutes les villes du littoral de la Méditerranée.

Il faut avoir soin, pour obtenir un bon carrelage, de n'employer que des carreaux bien droits, qui ne soient pas *gauchis* par la cuisson; autrement on aurait des *balèvres* (carreaux de plus de saillie que les autres auprès du joint), qu'on serait obligé de dresser au grès, ce qui augmente inutilement la dépense.

Avec le même carreau carré, on peut faire plusieurs combinaisons. D'abord en alternant les joints transversaux;

Ensuite en faisant suivre les joints dans les deux sens;

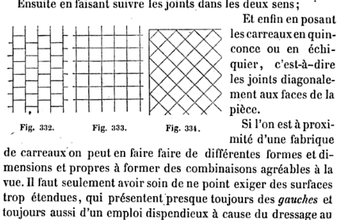


Fig. 332. Fig. 333. Fig. 334.

Et enfin en posant les carreaux en quinconce ou en échiquier, c'est-à-dire les joints diagonalement aux faces de la pièce.

Si l'on est à proximité d'une fabrique de carreaux on peut en faire faire de différentes formes et dimensions et propres à former des combinaisons agréables à la vue. Il faut seulement avoir soin de ne point exiger des surfaces trop étendues, qui présentent presque toujours des *gauches* et toujours aussi d'un emploi dispendieux à cause du dressage au grès qu'il faut faire faire pour rendre le carrelage uni.

On a l'habitude dans certaines provinces de poser des briques

au lieu de carreaux pour obtenir un sol solide, qui doit fatiguer. La première condition c'est que ces briques soient dures, d'une excellente qualité et propres à résister au frottement des pieds. Il faut ensuite que ces briques soient à arêtes bien vives et non à *gauchies*, afin qu'on puisse ne donner qu'une petite épaisseur aux joints.

Si l'on veut économiser les matériaux ainsi que la main d'œuvre, on posera les briques à plat en contrariant les joints transversaux. C'est la manière la plus simple d'employer la brique à plat.

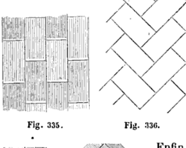


Fig. 335. Fig. 336.

Si l'on veut donner plus de mouvement et de gaieté au sol, on posera la brique également à plat, mais en mettant les joints en diagonale ou en échiquier sur la face des murs.

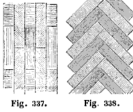


Fig. 337. Fig. 338.

Enfin, si l'on veut donner une plus forte solidité à la brique dans un but quelconque, on posera la brique *sur champ*, qui formera des bandes comme l'indique la fig. 337. On pourra également la poser sur champ en échiquier, comme l'indique la fig. 338.

Les figures 339 à 342 indiquent des combinaisons qu'on

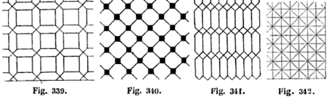


Fig. 339. Fig. 340. Fig. 341. Fig. 342.

peut employer avec les carreaux que livre le commerce.

CHAPITRE X.

Peinture.

La peinture de bâtiment est en partie destinée à conserver et en partie à décorer ou embellir certaines portions de la construction. A cet effet on se sert de substances mucilagineuses dont on couvre les surfaces de maçonnerie, de bois, de fer, etc. Ces substances en durcissant à l'air préservent les matériaux sur lesquels elles sont appliquées des effets de l'atmosphère. La peinture est une des dernières opérations entreprises pour achever et compléter un bâtiment quelconque.

La *peinture ordinaire*, et la plus vulgaire, consiste à poser plusieurs couches de peinture sur les faces qu'on veut conserver ou orner.

La *peinture de décors* est d'un degré supérieur; elle consiste à imiter des bois, des marbres, des granits, ainsi que la coupe, les assises et les joints de la pierre de taille.

La première opération du peintre, c'est de bien nettoyer les ouvrages qui doivent être peints. Cette opération est nommée *époussetage*. L'époussetage se fait avec le balai de crin sans manche, et s'applique aux murs, aux plafonds, à la menuiserie, etc. Ensuite on procède au rebouchage ordinaire. Ce travail consiste à boucher les fentes et les trous qui peuvent se trouver dans les surfaces à peindre, soit dans la pierre ou le plâtre, soit dans le bois. Le mastic qu'on emploie dans cette opération devra se faire au blanc de céruse ou au blanc de zinc. On peut aussi employer du mastic de couleur, c'est-à-dire du ton qui doit recouvrir l'objet à peindre. Les rebouchages se font à l'huile et à la colle, selon la couleur de ces deux substances employée.

Il y a deux sortes de peintures, la peinture à la colle, dite en détrempe, et la peinture à l'huile. Pour la détrempe les couleurs sont broyées à l'eau et ensuite préparées ou détrempées à la colle. Il faut faire une grande attention de ne jamais appli-

quer la couleur à la colle sur une surface qui ne serait pas entièrement sèche, car sans cela elle se remplirait de taches, se piquerait et se détruirait bientôt. La peinture en détrempe ne doit être employée qu'à l'intérieur, dans les appartements. La peinture en détrempe est moins chère que celle à l'huile : elle est composée d'eau, de colle animale et de blanc d'Espagne auquel on mêle d'autres couleurs pour faire le ton qu'on désire avoir. L'eau employée dans la peinture à la colle doit être de préférence de l'eau douce et de rivière, si c'est possible ; car les eaux de puits et de source sont habituellement chargées de sulfate de chaux. Pour que cette couleur soit bonne, il faut qu'elle file au bout de la brosse lorsqu'elle est retirée du pot : si elle y restait attachée, ce serait une preuve qu'elle ne contient pas assez de colle. Il est convenable que toutes les couches, et en particulier les premières, soient appliquées très-chaudes, mais non bouillantes.

Quand on veut avoir de la peinture belle et solide, on prépare les objets à peindre par des encollages et des blancs d'apprêt. Encoller c'est étendre une ou plusieurs couches de colle sur un sujet. Sur l'encollage se posent ensuite plusieurs couches de blanc. Il faut avoir soin que les couches posées successivement aient de l'égalité ; car une forte couche posée sur une précédente dont la colle aurait été faible tomberait par écailles. Il faut aussi ne pas faire bouillir le blanc, car la chaleur le graisse, et ne pas employer la couche trop chaude, parce que les blancs du dessous se dégarniraient.

Quand on désire obtenir une peinture soignée, on emploie la pierre ponce qu'on promène sur la surface pour l'adoucir. Il faut que le ponçage soit fait par un ouvrier intelligent, qui après cette opération terminée répare l'ouvrage adouci. Il nettoie toutes les moulures, et ensuite seulement on applique la couleur du ton qu'on voudra et à deux couches.

Pour appliquer le vernis sur la peinture en détrempe, on passera deux couches d'une colle très-faible sur le sujet en ayant soin, comme dès le commencement, de ne pas en gorger les moulures. Quand l'encollage est bien sec on peut donner deux ou trois couches de vernis à l'esprit de vin. Mais habituellement on ne vernit pas la détrempe, à cause de la cherté

de ce travail ; la peinture à la colle sans vernis se nomme détrempe *matte.*

La *détrempe à la chaux* est employée pour blanchir les parements extérieurs des murs ; comme son nom l'indique, cette couleur est faite avec de la chaux et la plus belle qu'on puisse avoir, qu'on a soin de bien laver. On la met dans un vase quelconque, on y ajoute un peu de bleu et de la térébenthine, afin de lui donner du brillant. Ce mélange est ensuite détrempé dans de la colle de peau en y ajoutant un peu d'alun; on l'applique enfin, à deux ou trois couches, sur les murs avec une grosse brosse. Les couches doivent être posées minces.

Quant à la détrempe pour les murs intérieurs, encore en usage à la campagne, on fera infuser à l'eau telle couleur choisie, qu'on détrempera à la colle de peau. En mêlant de l'ocre jaune au blanc de craie, on obtiendra un ton jaune de pierre convenable pour les corridors et cages d'escalier. On peut encore y ajouter une pointe d'ocre rouge destinée à soutenir la teinte.

Pour toute espèce de couleur en détrempe, il faut avoir particulièrement soin que la couleur ne devienne pas grumeleuse par l'addition de la colle.

La couleur dont on se sert pour peindre l'extérieur des maisons est nommée *badigeon.* On obtient un badigeon conservateur dit Bachelier, du nom de son inventeur, en prennant 23 parties de chaux récemment éteinte et tamisée, 7 parties de plâtre tamisé, 8 parties de céruse en poudre et 9 parties de fromage mou bien égoutté, dit fromage à la pie. On mêle bien ses différents ingrédients, on les broie, on y ajoute un peu d'ocre jaune ou rouge, selon le ton qu'on veut avoir.

Le badigeon de Lassaigne se compose de 100 parties de chaux vive, 5 d'argile blanche et 2 d'ocre jaune. Il faut commencer par éteindre la chaux avec de petites quantités d'eau, la délayer ensuite dans une plus grande quantité pour en faire un lait de chaux. On délaye l'argile en la laissant dans l'eau pendant un certain temps, et ensuite on la mélange le plus complétement possible avec le lait de chaux. On laisse séjourner ce mélange dans des baquets pendant un jour, en ayant soin de le remuer de temps à autre. Ensuite on y ajoute de l'ocre jaune

pour le colorer. Pour la nuance de ces badigeons, on fera des essais ou des échantillons, afin de s'assurer auparavant de la teinte, qui ne doit pas être trop jaune ; car le badigeon blanchit en séchant. Quand il est trop foncé, il est d'un mauvais effet. Il faut toujours s'efforcer de lui donner le même ton que la pierre du pays. Le badigeon de M. Lassaigne a été exposé pendant deux ans à la pluie, et n'a éprouvé aucune altération ; on ne pouvait même en enlever aucune partie par le frottement.

M. Cadet Devaux est l'inventeur d'une peinture à la pomme de terre pour les intérieurs. Elle se compose de : 1 kilogramme de pommes de terre cuites à l'eau et pilées, de 2 kilog. de blanc d'Espagne, ou autres matières colorantes et de 8 kilog. d'eau (8 litres). On écrase les pommes de terre encore chaudes, on les délaye avec moitié environ d'eau, on y mêle le blanc détrempé séparément dans une quantité d'eau égale ; on remue bien le mélange, on le passe à travers d'un tamis pour en séparer les grumeaux, et enfin on l'emploie à la manière usuelle de la détrempe ordinaire.

On a composé un badigeon en Amérique qui a donné les résultats les plus satisfaisants. Il est formé de 17 litres de chaux vive, bien propre, en pierre, qu'on fait éteindre dans de l'eau bouillante en ayant soin de tenir couvert le vase pour conserver la chaleur. Cette liqueur est passée dans un tamis fin ; on y ajoute 9 litres de sel blanc également dissous dans de l'eau chaude, 1 kilo. 1/2 de farine de riz réduite en bouillie claire, agitée et portée à l'ébullition, 0 kilogr., 225 de blanc d'Espagne en poudre et 0 kilogr., 500 de colle claire, préalablement dissoute en la détrempant dans de l'eau et en la chauffant ensuite doucement au bain-marie. 23 litres d'eau chaude sont ajoutés à ce mélange, qu'on remue bien, et qu'on laisse reposer pendant plusieurs jours, en ayant soin qu'il ne puisse s'y introduire de poussière. Ce badigeon s'applique très-chaud en le puisant dans une marmite posée sur un fourneau portatif. Quand ce mélange est convenablement employé, il en faut environ 0 kilogr., 70 pour enduire un mètre carré de mur extérieur. Il est entendu qu'on l'applique avec des brosses plus ou moins fortes, suivant le genre de travail, et qu'on peut, à volonté, y ajouter des matières colorantes.

On emploie pour les peintures à l'huile l'*huile de lin*. Quand on veut rendre cette matière très-blanche en la laissant exposée au soleil dans une cuvette de plomb, pendant un été, on y jette en même temps de la céruse et une petite quantité de talc calciné. On peut se servir d'*huile de noix* pour broyer les couleurs communes, qui donnent des tons foncés, mais elle ne doit pas être employée pour les tons clairs, parce qu'elle est trop colorante. L'*huile d'œillette* est d'un blanc jaunâtre : on peut l'employer au broyage des teintes claires et brillantes.

On nomme *huile grasse* une sorte de siccatif.

Le moyen de blanchir l'huile de lin, c'est de mettre 61 grammes de litharge dans 4 litres 550 d'huile; après avoir remué fréquemment le mélange pendant deux semaines, on le laisse reposer un ou deux jours, puis on le soutire en y ajoutant un demi-litre d'esprit de térébenthine; quand l'huile aura été exposée au soleil pendant trois jours, elle sera aussi blanche que l'huile de noix.

Toutes les couleurs à l'huile doivent être couchées à froid. Seulement lorsqu'on veut préparer une superficie neuve ou humide, on applique la couleur à l'huile, non froide, mais bouillante. Toute couleur détrempée à l'huile simple et à l'huile mélangée d'essence ne doit jamais filer à l'extrémité de la brosse.

Tout sujet qu'il s'agit d'enduire de couleur à l'huile doit recevoir une ou mieux deux couches d'impression : l'impression consiste dans une couche de blanc de céruse ou de zinc broyé et détrempé à l'huile. Les impressions pour les ouvrages du dehors, comme portes, fenêtres, etc., qui ne doivent pas être unis, peuvent être faites à l'huile de noix pure, en y mélangeant de l'essence dans une faible proportion, 6 à 8 décagrammes, par exemple, par kilogramme de couleur. Si l'on mettait une trop grande quantité d'essence, les couleurs bruniraient et tomberaient en poussière. Avec la dose indiquée plus haut, on évitera aussi les cloches qui pourraient se former sur l'ouvrage.

Quant à l'huile de noix, elle devient plus belle à l'air que l'huile de lin; en s'évaporant elle laisse les couleurs se blanchir davantage, qui ressemblent alors aux couleurs en détrempe. Tous

les *dehors*, peints à l'huile de noix, doivent être à l'huile pure, sans essence.

Quand à l'*intérieur* on veut vernir la peinture, la première couche sera broyée et détrempée à l'huile, et la dernière *détrempée* à l'essence bien pure : elle emportera l'odeur de l'huile, et le vernis appliqué sur une couche de couleur détrempée à l'huile coupée d'essence ou à l'essence pure sera plus brillant. Enfin l'essence, mêlée avec l'huile, la fait pénétrer dans la couleur.

L'essence est un liquide qui provient du suc résineux extrait de différents arbres qu'on a distillé à la température de l'eau bouillante, pour en enlever la partie résineuse. Lorsqu'il s'agit de vernir la peinture à l'huile, la première couche sera à l'huile pure, et les deux dernières à l'essence pure; lorsqu'elle ne doit pas être vernie, la première couche sera à l'huile pure, et les deux dernières à l'huile coupée d'essence.

On rencontre souvent des nœuds dans le bois, surtout des nœuds très-résineux dans le sapin, sur lesquels la peinture ne prend que difficilement. Si l'on peint à l'huile simple, on préparera de l'huile à part dans laquelle on mettra beaucoup de litharge qu'on broyera ensemble ; on étendra cette préparation sur les nœuds, en ayant soin de ne pas laisser d'épaisseur de peinture sur les bords, qui sans cette précaution se verraient parfaitement dans la peinture achevée. On enduit aussi les nœuds de deux ou trois couches de couleur de minium à l'huile, ce qui donne également un bon résultat. Quand on peint à l'huile vernie polie, il faut y mettre plus de *teinte dure*.

Certaines couleurs, comme jaune de stil de grain, noir de charbon, noirs d'os, d'ivoire, broyées à l'huile, ne sèchent que très-difficilement. Dans ce cas il faut se servir de siccatifs, substances qu'on mêle avec les couleurs broyées et détrempées à l'huile, pour les faire sécher.

Pour la peinture de portes, fenêtres et volets ou persiennes extérieurs, on se servira d'une couche de blanc de céruse ou de zinc broyé à l'huile de noix. Afin de mieux couvrir le bois, on détrempe le blanc un peu épais avec de la même huile, dans laquelle on met du siccatif. Le rebouchage se fait au mastic à l'huile. Pour la seconde couche, on emploie le même blanc

broyé à l'huile de noix, et l'on y mêle environ un huitième d'essence.

Dans le cas où l'on poserait des lambris, il faut appliquer sur le revers du derrière du lambris deux ou trois couches de gros rouge, broyé et détrempé à l'huile de lin, et ne poser la boiserie que lorsque la peinture est bien sèche.

On doit toujours donner la première couche à l'huile et jamais à la colle.

Pour une première couche d'impression de quatre mètres superficiels, il faut environ 600 grammes de blanc de céruse en détrempe.

Pour couvrir quatre mètres superficiels à trois couches, il faut 1 kilo. 500 grammes de couleur; toutefois, la quantité absorbée par chacune des couches ne sera pas la même. La première en absorbera naturellement davantage, à peu près 550 grammes; la seconde 500, la troisième 450.

Le kilogramme 500 grammes de couleur peut se composer avec un kilog. ou 1 kilog., 250 grammes de couleurs broyées et détrempées dans 6 ou 8 décilitres d'huile ou d'huile coupée d'essence ou d'essence pure.

Dans le cas où l'on veut avoir une très-belle peinture blanche pour intérieur, qui séchera et cessera de donner de l'odeur au bout de six heures, on prendra 4 litres 545 d'esprit de térébenthine, 900 grammes d'encens mâle ou franc, qu'on fera bouillir sur un feu clair jusqu'à complète dissolution. Ensuite on passera cette liqueur par un linge en exprimant, et on la mettra en bouteilles pour s'en servir au besoin. Alors on mettra à 4 litres 545 d'huile de lin bien blanche un litre du mélange conservé: on remuera bien ensemble ces deux liquides, et mettez encore en bouteilles. Broyez alors une quantité quelconque de céruse avec de très-bel esprit de térébenthine, et y ajoutez suffisamment du dernier mélange : c'est ce qu'il faut pour une première couche. Si en travaillant on trouve que la préparation est trop épaisse, on la rend plus fluide avec de l'esprit de térébenthine. Cette couleur est d'un prix élevé, mais d'une rare perfection, surtout si on l'applique après avoir poncé le sujet qui la reçoit.

Pour la peinture au lait, on emploie le lait écrémé, 15 à 18 décilitres, qu'on a soin de bien passer avant de l'employer. Prenez

ensuite 18 à 20 décagrammes de chaux récemment éteinte, 12 à 13 décagrammes d'huile d'œillette ou de lin ou de noix, 240 à 250 décagrammes de blanc d'Espagne. Éteignez la chaux en la plongeant dans l'eau; après l'avoir retirée, exposez-la à l'air; elle s'y effleurit, et se réduit en poudre. Mettez la ensuite dans un vase de grès, versez dessus une portion de lait suffisante pour en faire une bouillie claire : ajoutez un peu d'huile peu à peu, en observant de remuer avec une spatule en bois; versez ensuite le surplus du lait, et délayez le blanc d'Espagne. En tombant dans le mélange de lait, et de chaux, l'huile disparaît; la chaux la dissout entièrement, et ils forment ensemble un savon calcaire. Enfin, on émie le blanc d'Espagne, qu'on répand lentement à la surface du liquide; il s'imbibe et tombe au fond du vase. Remuez-le alors avec un bâton.

On peut colorer la peinture au lait comme la peinture en détrempe, soit avec du charbon broyé à l'eau, soit avec des ocres jaunes ou rouges, etc., etc. Quand on emploie cette peinture sur des bois blancs, il faut ne pas oublier de les préparer par une lessive à l'eau seconde ou à l'ammoniaque; sans cela la chaux faisant sortir la matière résineuse, la peinture se tacherait de filets jaunâtres.

Pour les intérieurs, on peut se servir d'une peinture très-vive et mate qui est du meilleur effet. Fondez 500 grammes de gomme arabique dans deux litres d'eau, et passez le liquide dans un linge très-fin. Cela fait, il faut pour l'*azur* l'outremer délayé dans 25 grammes de blanc d'œuf pourri et 5 grammes de gomme; pour le *rouge*, le vermillon dans 25 grammes de blanc d'œuf et 8 grammes de gomme; pour le *blanc*, blanc d'argent, 25 grammes de blanc d'œuf et 8 grammes de gomme; pour le *noir*, noir d'ivoire, 25 grammes de blanc d'œuf et dix grammes de gomme; pour le *vert*, le vert anglais, employé par glacis et sur un fond blanc; l'œuf ne doit servir que pour les raccords et retouches à faire. Il faut éviter de se servir de gomme et repeindre avec des tons moitié plus clairs. L'application de l'or se fait à la cire.

Il serait à desirer qu'on se servît de peinture au lieu de papier peint pour les salons et les salles à manger. A cet effet on emploierait la peinture à la colle ou la peinture à

l'œuf, qui est d'un magnifique effet; elle est en outre très-durable. Dans les contrées où l'on n'aurait pas sous la main de peintres décorateurs, on se contenterait d'un décors facile à exécuter et peu cher. On diviserait les murs en panneaux, de la hauteur de l'étage, on disposerait des bordures autour de ces panneaux, dans lesquels on adapterait, à leur pourtour, des filets de diverses grosseurs et de diverses couleurs. Ainsi, par exemple, en employant un fond jaune abricot, fait avec le stil de grain, on ferait des bordures blanches, sur lesquelles on peindrait des ornements en rouge (vermillon clair). Sur le jaune, au bord, le long des bordures blanches, on ferait des filets bleus, également d'un ton clair, qui encadreraient le jaune. On pourrait peindre ces filets bleus à 4 centimètres de distance de la bordure blanche et leur donner 15 millimètres ou 2 centimètres de largeur. On pourrait ne pas les terminer aux quatre angles en équerre et pour orner davantage tracer un angle orné dont nous donnons des modèles dans les figures 349 et 350. On pourrait ensuite parsemer le fond jaune de petits fleurons légers, soit en bleu, en rouge, soit de toute autre couleur, en ayant soin de ne pas les placer en damier, mais en quinconce, ainsi que l'indique la figure en *a*.



Fig. 343.

Fig. 344.

Nous donnons quelques exemples de bordures dans la figure en *c*, *f*, *h*, *i*, et figure 344. Les cou-

leurs sont arbitraires et au goût du propriétaire. Pour se rendre compte de l'effet, on tracera le dessin sur un mur et l'on fera plusieurs essais de tons, et l'on ne commencera l'exécution que lorsqu'on aura bien déterminé ce que l'on veut faire, afin de ne pas être obligé de recommencer, ce qui ferait des frais inutiles.

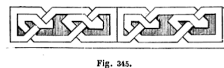


Fig. 345.

Dans l'angle que forment les parois verticales des pièces avec les plafonds, on place des corniches, soit traînées en plâtre, soit en bois. En dessous de ces corniches, on figure ce qu'on nomme des frises, ou parties plates verticales ornées de sculptures ou simplement de peintures. Les figures *ab* des vig. 347 et 348, et *a* et *e* de la vig. 344, sont des motifs de frises, ainsi que la figure 345 et *a*, *c* de la fig. 344. La fig. 346 présente un autre motif.

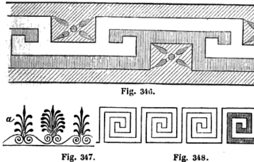


Fig. 346.

Fig. 347. Fig. 348.

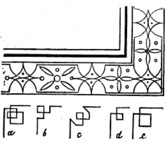


Fig. 349. Fig. 350.

Si l'on voulait orner le filet soit du haut, soit du bas d'un panneau, on pourrait faire un fleuron en entre lacs ainsi que l'indique en *g* la fig. 344.

Nous donnons ici aussi quelques modèles d'angle, ou intersection de bordures verticales et horizontales.

Fig. 351.

L'assemblage ou la réunion bizarre de couleurs qu'on ne rencontre que trop souvent dans la peinture de bâtiment, comme dans la peinture de décors, provient premièrement d'une absence de goût et secondement de l'ignorance de la théorie de la couleur et de la lumière.

L'expérience, l'habitude et le goût peuvent souvent suppléer à la théorie, parce que de l'expérience et du souvenir naît en partie la théorie qui ensuite enseigne une bonne pratique. Mais que de fois l'homme de goût ne gémit-il pas du bariolage désagréable qui dans la peinture vient heurter son œil et son esprit.

Nous allons donc essayer de donner quelques règles générales sur l'harmonie des couleurs.

La nature a donné aux corps une forme dont on ne peut nier les qualités visibles et tangibles, et qui appartiennent au corps lui-même; mais les qualités de couleur inhérentes à ce corps ne sont que visibles, et elles ne peuvent être contrôlées par le toucher. La couleur est une abstraction, elle n'est déduite que par le moyen de l'esprit, car la couleur est immatérielle. La couleur est un corps distinct de la lumière.

Parmi les couleurs, on en distingue de *primitives* et de mixtes. Les premières sont celles qui ne peuvent se composer d'aucune autre, ni se décomposer en aucune autre. Les couleurs primitives ne sont qu'au nombre de trois : 1° le jaune, 2° le rouge, 3° le bleu.

Toutes les couleurs dérivent de celles-ci, à l'infini et sans aucune exception.

Quant aux couleurs mixtes, elles ne sont autre chose que le résultat du mélange de deux couleurs primitives : donc trois couleurs primitives engendrent trois couleurs mixtes.

Le mélange du jaune et du rouge produit l'orangé, du jaune et du bleu produit le vert, du bleu et du rouge produit le violet. Telles sont les couleurs mixtes, qui dans cette fusion se lient aux couleurs primitives par des *nuances* intermédiaires, dont les principales sont les suivantes : le ROUGE, la nuance capucine; l'*orangé*, la nuance cadmium (jaune tirant sur l'orangé, oxyde de cadmium); le JAUNE, la nuance soufre; le *vert*, la nuance turquoise; le BLEU, la nuance indigo; le *violet*, la nuance grenat.

Au nombre de rouges, sont : le *cinabre*, mercure sulfuré ou

vermillon, le rouge de *Prusse*, le rouge de *Mars*, le rouge d'*Angleterre* et l'*ocre rouge*.

Le cinabre ou vermillon, composé de 86 pour 100 de mercure et de 14 de soufre, est le rouge par excellence : c'est le rouge le plus éclatant. C'est cette couleur qu'on nomme *gueules* dans la science héraldique ou science du blason. En gravure on la figure par des traits verticaux ou perpendiculaires. Il faut employer les vermillons avec réserve et sobriété, pour de petits fonds de médaillon, des fonds moyens de panneaux, des tiges de plantes, des filets.

On peut en étudier l'application raisonnée dans les loges de Raphaël au Vatican de Rome, dans les peintures de la villa Madama à Rome, dues à Jules Romain et à Jean d'Udine, dans les peintures du palais ducal de Mantoue, par Mantegna, Jules Romain, etc. Nous recommandons l'ouvrage intitulé : *Fresco decorations and stuccoes of churches and palaces in Italy*, etc., par M. Louis Gruner; London, 1854, 1 vol. in-folio, avec planches coloriées.

On ne peut composer de violets avec le vermillon.

Pour les orangés on doit se servir du pourpre de Cassius, du minium, du brun orange (orangé de mars), de l'orange de chrôme.

Avec la laque plate de cochenille on fait les violets.

Le jaune représente l'or : dans l'art héraldique, on n'emploie pas de jaune, mais de l'or; il est représenté en gravure par des points. Les plus beaux jaunes sont : le jaune de Naples, le jaune de chrôme, le jaune minéral, le massicot ou céruse calcinée, qui donne une teinte dure.

Enfin, pour les bleus on emploiera l'outremer artificiel de Guimet, le bleu minéral ou bleu d'Anvers, le bleu de cobalt, les cendres bleues, le bleu d'émail pour fonds azurés et le bleu de Prusse. En blason, le bleu se nomme azur et s'exprime en gravure par des lignes ou traits horizontaux, d'un flanc de l'écu à l'autre.

Les verts dont les peintres en bâtiment font usage sont les verts de Scheele, de montagne, de grains, le vert de gris, les verts de Vienne, de vessie, de chrôme et de Titane. En blason, le vert se nomme sinople ; il est figuré par des diagonales à 45 degrés, c'est-à-dire par des traits d'un angle à l'autre, de

droite à gauche. L'argent est figuré par un fond tout uni, et sans aucun trait. Le pourpre se figure par des diagonales de gauche à droite, le contraire du vert ou sinople. Enfin le *sable* ou noir par des lignes croisées, verticales et horizontales.

MÉLANGE DES COULEURS POUR COMPOSER LES TEINTES.

Jaunes.

Couleur d'or	blanc, jaune de chrôme $^{1}/_{10}$ ou bien jaune minéral $^{3}/_{4}$ et vermillon $^{1}/_{100}$.
Citron	blanc 40 parties jaune de chrôme 1, bleu de Prusse 1.
Couleur soufre........	blanc, jaune minéral $^{4}/_{5}$, bleu de Prusse $^{1}/_{400}$.
Jaune serin	jaune minéral pur.
Jonquille	blanc 5 parties, jaune de chrôme 1.
Jaune paille	blanc 40 parties, jaune de chrôme 1.
Chamois	blanc 30 parties, jaune de chrôme 1 vermillon 1.
Chamois foncé........	blanc 10 parties, terre de Sienne 1.
Couleur de pierre.....	blanc 15 parties, ocre jaune 1.
Nankin...............	blanc 40 parties, rouge de Prusse 1, ocre jaune $^{1}/_{2}$.

Rouges.

Écarlate......	vermillon de la Chine, pur.
Cramoisi......	parties égales de laque carminée et de vermillon.
Rouge cerise..........	vermillon de la Chine, pur.
Rose.................	blanc. laque carminée ou laque de garance $^{1}/_{10}$: en diminuant graduellement la proportion de la laque, ocre des roses plus ou moins claires.
Amaranthe........ ...	bleu rouge, laque $^{1}/_{4}$, blanc $^{1}/_{4}$.
Lilas.................	blanc, laque $^{1}/_{15}$, bleu de Prusse $^{1}/_{60}$.

Bleus.

Bleu azuré...........	blanc, $^{1}/_{120}$ de bleu de Prusse ou $^{1}/_{130}$ d'outremer.
Bleu barbeau ou bluet.	blanc, bleu de Prusse $^{1}/_{50}$, laque $^{1}/_{500}$.

Collage du papier peint.

Aux fresques du moyen âge ont succédé les toiles peintes et ensuite les tapis ou tapisseries. Ensuite, vers le milieu du XVIIIe siècle, on a imité les étoffes par des impressions sur

papier. C'est notre papier peint d'aujourd'hui, qui commence dans beaucoup de contrées à être remplacé de nouveau par des peintures murales, soit à l'huile, soit à la colle ou en détrempe.

Pour coller le papier peint, il faut commencer par bien nettoyer les murs : il faut d'abord les gratter, en faire disparaître les inégalités et les bien épousseter.

Quand le prix du papier de tenture l'exige, on colle auparavant sur les murs du papier bulle ou papier gris, sans couleur. Le rouleau de papier bulle n'a pas de fin ; il a cependant d'ordinaire 8^{m} de longueur et 50 cent. de largeur. Il faut exiger que ce papier gris soit très-bien collé sur les murs, c'est-à-dire qu'il n'y ait point de plis et que les joints de haut en bas soient bien droits et bien perpendiculaires. Car les défectuósités de collage du papier bulle reparaissent en partie sur le papier de tenture qu'on applique dessus.

La longueur du rouleau de papier de tenture, dit papier carré, est de 8 mètres 75 centimètres et sa largeur est de 47 centimètres ; posé il couvre environ 4 mètres de superficie de mur.

La longueur du rouleau de papier grand raisin sans fin, est de 8 mètres et sa largeur est de 50 centimètres ; il peut couvrir environ 5 mètres 50 centimètres superficiels.

Les bordures se vendent aussi au rouleau.

On a l'habitude de coller au bas du papier de tenture des bordures souvent d'une assez grande largeur, ce qui diminue l'élévation des pièces de moyenne hauteur d'étage. Il vaut mieux pòser sur la plinthe, de légers filets, bandes, cordons ou torsades. Car il est inutile de donner de l'importance à ce bas du papier peint, qui est toujours coupé ou caché par les chaises et les autres meubles. Il faut aussi faire attention de ne pas prendre de trop hautes et trop riches bordures pour les pièces de moyenne dimension et surtout de moyenne hauteur.

Quand on colle du papier de tenture dans un vieux bâtiment dont le plafond peut ne pas être de niveau, il faut prendre le point le plus bas du plafond ou de la corniche s'il y en a une, et tirer une ligne de niveau tout au pourtour de la pièce et faire régner le dessus de la bordure avec le tracé de cette ligne horizontale ; car une bordure qui n'est pas posée de niveau fait un très-mauvais effet.

Il y a des papiers bulle, sans couleur, qui ont des tons de pierre agréables. On peut les employer pour fonds unis dans des cabinets ou des chambres d'amis et de garçon. On collera alors des torsades en haut et en bas, dont la couleur est arbitraire et au goût du propriétaire. Mais il convient cependant de ne prendre que des tons francs, comme rouges, bleus, jaunes ou verts. Les couleurs mixtes ou composées sont généralement d'un moins bon effet.

La colle pour la pose des papiers de tenture se fait avec des farines communes et de l'eau; en Allemagne on emploie à cet effet de la farine de seigle.

Nous n'entrerons point davantage dans la pose du papier de tenture, qui est très-simple et que presque tout le monde a vu pratiquer. Il y a cependant à faire observer qu'on doit toujours commencer la pose du côté d'où vient la lumière, afin que le lé qui recouvre ne fasse pas ombre au moyen de l'épaisseur du papier, de haut en bas. La pose doit être faite sans plis, sans déchirures; il ne faut pas non plus qu'il soit resté de l'air entre le mur et le papier, ce qui produirait de petites aspérités globuleuses d'un très-mauvais effet.

La vitrerie.

Le peintre en bâtiment est en même temps vitrier. Le travail du vitrier consiste à couper le verre et à le poser soit sur plomb, soit dans des châssis de menuiserie, comme fenêtres et portes vitrées.

Le carreau de verre se pose dans de petites feuillures à l'extérieur des fenêtres et des portes, feuillures pratiquées à cet effet dans les pièces de bois verticales et horizontales de la menuiserie. Le carreau doit être coupé bien d'équerre et ne pas avoir trop de jeu dans le châssis où on le pose. Il y est fixé au moyen de fines pointes en fer recourbées dans le sens longitudinal du bois, afin de ne pas paraître à travers le mastic.

Quand l'ouvrier vitrier a fixé son carreau, il le consolide encore avec du mastic, qui sert à empêcher l'air et l'eau de pénétrer dans l'intérieur des pièces entre le verre et la menuiserie; car il est impossible d'arriver à ce but sans l'emploi du mastic.

Ce dernier se pose en biseau ou en biais ; il ne doit pas dépasser l'arête intérieure de la feuillure, car autrement on verrait le mastic de l'intérieur, ce qui serait déplaisant à l'œil.

Le verre est une matière dure, fragile, transparente, lisse, qui est employée, comme on sait, pour garantir les pièces d'un bâtiment des intempéries de l'atmosphère. Le verre bien fabriqué est inattaquable par l'eau ni par l'air, ni par les acides, à l'exception de l'acide fluorique. Le verre est une combinaison de soude ou de potasse avec la silice en excès.

Le beau verre doit être pur et bien blanc. Il ne doit point avoir de bouillons, loupes ou bulles, de stries ou côtes, de pierres, de gauchis; il doit être flexible, se laisser plier pour ainsi dire, sans se casser; s'il est trop dur et aigre, il se rompt très-facilement. Il faut qu'il n'ait point de parties changeantes de couleur, sorte de phosphorescence.

Le verre se divise en deux sortes, en verre blanc et en verre commun. Le verre fourni par les verreries du nord est d'une teinte verte, celui des verreries de Lyon est d'une teinte jaunâtre. Les verreries de Bagneux, département de la Haute-Marne, et de Choisy près de Paris, fournissent du verre plus blanc que celui du nord.

Le verre dont on fait le plus habituellement usage en France est nommé *verre d'Alsace* et est fabriqué à Saint-Quirin, près de Sarrebourg (Meurthe), à Baccarat, non loin de Lunéville, à Saint-Louis, près de Bitche (Moselle), à Cirey, près de Blamont (Meurthe); d'autres verres, aussi très-beaux, se fabriquent à Monthermé (Ardennes), à Prémontré (Aisne).

Les verres ordinaires, dits d'Alsace, sont de différentes qualités quant à leur degré de blancheur et quant à leur épaisseur. Cette dernière varie de 1 à 2 et 3 et même 4 millimètres. Le verre de 3 et 4 millimètres est connu sous la dénomination de *verre double*.

Le mètre superficiel du verre ordinaire pèse environ de 5 à 6 kilogrammes.

Le verre dépoli est du verre ordinaire auquel on a fait subir un frottement qui lui a enlevé son poli et sa transparence, sans empêcher cependant le passage de la lumière. Pour obtenir ce verre, on en prend du tendre qui soit bien égal et bien droit;



on le fixe sur une superficie plane enduite d'une couche de sable ou de plâtre clair. Après avoir huilé le carreau à dépolir, on le frotte avec un autre morceau de verre ou avec une feuille de ferblanc, ou encore avec du grès jusqu'à ce que le verre soit bien dépoli dans toute sa superficie. L'opération du dépolissage doit se faire avec soin, afin de ne pas casser le carreau à dépolir.

Il vaut mieux se servir de carreaux de verre dépolis que de carreaux imitant le dépoli au moyen de peinture. Les carreaux dépolis sont tenus plus facilement propres.

Depuis quelques années les verres cannelés sont très en usage : ils dérobent les objets à la vue sans ôter l'intensité à la lumière ; mais ils ont le désavantage de fatiguer la vue.

Le verre appelé *mousseline* est un verre dépoli, à dessins à jour d'une assez grande variété. Il se fabrique à Choisy-le-Roi. Il faut l'employer avec modération dans les maisons d'habitation, car il est peu monumental ou peu architectural. Mais on peut l'utiliser pour certains vitrages de pavillons, de kiosques, de chapelles ; dans de grandes pièces son effet est toujours mesquin.

Nous ne ferons que mentionner les verres de couleur connus de tout le monde ; il y en a de rouges, de jaunes, de roses, de bleus, de violets, de verts, de pourpres. L'emploi des verres de couleur dépend de la volonté et du goût du propriétaire.

Le nettoyage du verre à vitre ne doit pas se faire à l'eau seule. Il faut le frotter avec un linge trempé dans du blanc d'Espagne délayé, et ensuite, avant que ce blanc soit sec, repasser avec un linge propre et doux pour enlever tout ce qui peut rester de saleté sur les carreaux. Lorsque les carreaux sont très-sales, il faut avoir soin, avant d'étendre le blanc d'Espagne, d'enlever le plus gros des taches et de la poussière, avec un linge humide. S'il s'agit d'enlever des taches de peinture à l'huile, il faut prendre un linge imbibé d'eau seconde et frotter la peinture pour en enlever le plus possible ; dans le cas où la couleur serait trop tenace, on se servira d'un couteau à reboucher avec lequel on frottera avec légèreté pour ne pas rayer le verre.

On nettoie les glaces de la même manière, et si l'on veut vivifier leur poli, on les frottera avec un linge imbibé d'eau-de-vie

de suif ou d'esprit de vin. Alors on les frottera fortement aussitôt après. Pour cette opération, comme pour le nettoyage des vitres, il faut se servir de préférence de toile à coller qui fait moins de pluches.

CHAPITRE XI.

Pavage.

Le pavage extérieur est une couverture solide du sol destinée à l'utilité et à l'embellissement soit des rues et places, soit des abords et des cours des habitations particulières, tant de la ville que de la campagne. Le plus ordinairement le pavage se fait en grès, parce que c'est la matière la plus résistante au choc des roues des voitures ainsi qu'à celui des pieds des chevaux. Dans les pays volcaniques, on se sert aussi de laves. Dans les contrées dénuées de pierre et de laves, on pave les cours en briques dures, posées sur champ.

Nous avons dit précédemment ce qu'est le grès. Les laves sont des matières pierreuses que les volcans émettent dans leurs paroxysmes, et qui à l'état de fusion pâteuse s'étendent, sous forme de courants, sur les flancs de la montagne en se portant quelquefois jusqu'à de grandes distances. En France, l'Auvergne, le Vélay, le Vivarais, une grande partie des Cévennes, le Languedoc, la Provence, offrent une masse énorme de produits volcaniques.

Pour qu'un pavage soit solide, il faut que le fond sur lequel il est établi soit résistant. Si l'on est obligé de paver sur des terres rapportées, il sera convenable de les pilonner auparavant. Il faudra aussi autant que possible donner de la pente au terrain à paver, afin de faciliter l'écoulement des eaux. Il faudra encore combiner les pentes qui doivent amener les eaux dans les ruisseaux, destinés à rejeter au loin les eaux pluviales vers les points où elles ne peuvent plus nuire aux constructions. Plus on pourra donner de pente aux ruisseaux et aux surfaces elles-mêmes du pavé, mieux cela vaudra.

Le gros pavé de roche de Fontainebleau, dit pavé de ville, a environ 22 centimètres sur tous sens ; on le pose sur une forme (couche) de sable de plaine de 16 à 20 centimètres d'épaisseur. On pose ce pavé à sec avec du sable et ensuite il est battu et dressé avec la demoiselle. Cet échantillon de pavé s'emploie pour les voies publiques et les surfaces fatiguées par de lourds fardeaux. Le pavé dit refendu en deux peut servir au pavage de distances et de cours parcourues par des voitures légères et des équipages de luxe. Il y a des pavés refendus en trois qui ne doivent servir que pour de petites cours dans lesquelles n'entrent point de voitures ni de chevaux et enfin pour les trottoirs.

Les pavés refendus en deux et en trois sont posés avec chaux et ciment. On donne au moins 14 millimètres de pente par mètre au pavé des cours, pour l'écoulement des eaux.

Le pavé d'échantillon, plus petit que les précédents, sert pour les offices, cuisines, lavoirs, buanderies et autres lieux où il y a ordinairement de l'eau ; on l'emploie aussi à chaux et ciment. Pour ces travaux intérieurs de pavage, il faut également bien disposer les pentes et bien établir le sol : c'est ce qu'on nomme dresser *la forme*. Ce qui convient le mieux pour la forme, c'est de la terre franche.

Dans les pays où le granit abonde, comme en Toscane par exemple, on pave les cours et les rues avec des dalles de cette matière, de 10 à 12 centimètres environ d'épaisseur. Ces dalles n'ont pas besoin d'être carrées ou rectangulaires : on peut les employer polygonales, à cinq ou sept faces, ainsi que le font voir les rues de Florence et celles d'autres villes d'Italie.

CHAPITRE XII.

Marbrerie.

Sous la dénomination de marbrerie on comprend généralement tous les ouvrages exécutés en marbre, en pierre dure dite de liais, comme, par exemple, dallages et pavages en carreaux,

plinthes, cheminées, chambranles de portes et de niches, etc.

Le commerce livre les dalles et carreaux de plusieurs échantillons, dont l'emploi dépend de la volonté et du goût du propriétaire. Il y a des carreaux de marbre et de liais carrés et octogonaux qu'on combine avec de plus petits carreaux en marbre noir ou en bleu turquin. Les carreaux de marbre blanc veiné et bleu turquin ont ordinairement 325 millimètres en tous sens; mais il y en a aussi de 298, 271, 244, 217, 189, 162 et 135 millimètres de diamètre. Les petits carreaux noirs de Dinant pour être combinés avec ceux à huit pans ont 124, 113, 101, 86 millimètres.

Pour le choix de la dimension de ces carreaux il n'y a pas de règle : ce choix est encore une affaire de goût. Nous dirons cependant qu'il ne faut pas mettre de trop petits carreaux dans de grandes pièces, ni de trop grands dans les petites, ce qui est toujours d'un mauvais effet. Avant de faire exécuter un dallage, le propriétaire fera bien d'observer le dallage exécuté dans des pièces à peu près de la dimension de celles qu'il veut daller. Il pourra ainsi se convaincre du genre de carreaux qu'il doit employer, ou bien il fera ranger sur le sol de la pièce un mètre ou deux des carreaux qu'il aura choisis, afin de pouvoir s'assurer de leur bon ou mauvais effet. Il est entendu que ces échantillons seront posés à sec, sans liaison aucune, afin de ne pas gâter les carreaux et payer de la main-d'œuvre inutile.

Pour les antichambres, salles à manger et de bain, il n'est pas d'usage de faire arriver le dallage en marbre et liais jusqu'aux parois des murs. On établit au pourtour des pièces ce qu'on nomme des bordures soit en marbre blanc soit en liais. Ces bordures sont ordinairement de la largeur des carreaux. Elles peuvent cependant être plus larges ou moins larges. Si les pièces sont spacieuses, on peut y établir des compartiments carrés au moyen des bordures ou carreaux de bordures en question, ce qui en augmente la richesse et prête de la variété au dessin. On peut poser indifféremment les carreaux en rangées parallèles au mur principal ou en diagonale; l'un et l'autre sont d'un aussi bon goût.

Quant aux cheminées, le commerce les livre prêtes à être posées. On nomme *capucines* les cheminées les plus simples : elles

ont leurs deux montants latéraux droits, sans moulures et posant sur un petit socle : leur traverse est également unie, droite et sans moulures. Sur cette traverse est posée la tablette qui n'a point de moulures sur son épaisseur. Les capucines, qui ont reçu leur nom de leur simplicité, sont ordinairement exécutées en marbre peu coûteux, comme en marbre de Flandre, de Saint-Anne, par exemple, à fond gris et veines blanches. Ces capucines sont avec ou sans foyer, avec ou sans cadre à l'intérieur. Viennent ensuite les cheminées à modillons, cannelés ou non, les cheminées à modillons à culots, ordinaires ou à panneaux, les cheminées à modillons à culots, feuilles volutes et pointes de diamant, les cheminées à griffes à feuilles d'eau et diamants ou à feuilles d'Acanthe ; les cheminées à consoles cannelées ou à feuilles, les cheminées à consoles à feuilles et pointes de diamant, les cheminées à consoles à griffes, feuilles volutes et pointes de diamant.

Une autre espèce de cheminée est celle dite Pompadour, dont la traverse est découpée en lignes sinueuses et à montants droits; les cheminées Pompadour à consoles, dit style Louis XV. Il y a ensuite une grande variété de cheminées dites Louis XV, Louis XIV, Louis XIII. Les grandes maisons de marbrerie figurent sur leurs prospectus ces différentes espèces de cheminées avec leurs dimensions et leurs prix.

Les capucines ont une longueur de 90 centimètres à un mètre. Les cheminées à modillons ont un mètre à 115 centimètres. Les cheminées à consoles ont 120 à 130 centimètres. Les autres sortes varient également de 115 à 150 centimètres.

On comprendra que le prix d'une cheminée dépendra de son plus ou moins d'ornementation. On trouve des capucines sans foyer à 10 et 12 francs, avec foyer à 18 fr. à cadre à 25 fr. Les cheminées à modillons cannelés valent de 45 à 110 fr. environ selon l'espèce de marbre; en noir fin elles valent environ 65 fr., et en marbre blanc 95, en bleu turquin de 110 à 120.

La garniture intérieure d'une cheminée, en faïence avec châssis à rideaux, forte tôle ajustée, coûte à Paris de 25 à 30 ou 35 fr. L'intérieur en marbre blanc avec châssis à rideaux, forte tôle ajustée de 40 à 55 fr.

Quand on choisit une cheminée, il faut l'examiner en tous

sens, derrière et devant, afin de s'assurer qu'elle n'a aucune écornure ; il faut aussi prendre soin de constater qu'aucune de ses portions n'a de fente dissimulée sur sa face polie et consolidée par derrière au moyen d'un rapport de plâtre ou de mastic.

Quant à la pose des cheminées, il faut avoir soin que les deux montants soient placés à leur pied dans un même niveau, ce qui est facile à obtenir de l'ouvrier. Il faut, en fixant la tablette, présenter un niveau dans sa longueur, afin que cette tablette ne soit pas plus haute à une extrémité qu'à l'autre : car si cette partie de la cheminée n'est pas bien posée, elle fera toujours un mauvais effet, ce qui n'a lieu que trop fréquemment en province et à la campagne.

Si la cheminée est posée en plâtre, il faut aussi avoir soin de l'abâtardir au moyen d'une addition de mortier fin, fait avec du sable fin, autrement la force du plâtre ferait éclater le marbre.

Il faut aussi avoir soin de faire poser la cheminée de manière à ce que sa tablette s'étende dans sa partie postérieure jusqu'à la languette de la cheminée, afin que la glace qu'on pose immédiatement sur la tablette, sans faire régner l'encadrement dans le bas, ne laisse point apercevoir la jonction de la tablette avec la languette.

Il faut que le poseur de la cheminée ait un soin tout particulier de ne laisser aucun passage pour la fumée, ce qui n'arrive que trop souvent. Pour cela il faut être présent à la pose, et exiger qu'en dessous et derrière la traverse et la tablette il ne reste aucun interstice quelconque à travers lequel pourrait s'acheminer la fumée.

Les cheminées dites capucines n'ont que quatre parties, les deux montants, la traverse et la tablette. La face latérale des jambages est raccordée en peinture à l'huile avec le ton et avec le dessin du marbre. Pour les cheminées de prix, ces faces latérales sont revêtues en même marbre que celui de la cheminée.

Le foyer d'une cheminée peut être en bonne brique pas trop cuite ou en carreaux de terre cuite, ou enfin en une plaque en fonte de fer.

CHAPITRE XIII.

Nature des travaux des corps d'ouvriers employés dans le bâtiment.

Les travaux du terrassier comprennent tout ce qui se rapporte à la transformation du sol, telles qu'excavations pour l'établissement des ouvrages d'art, piochage, pelletage, transport des terres à enlever, remblais simples, remblais pilonnés et en général toutes les différentes opérations destinées à transformer le sol, ainsi que nous venons de le dire. S'il y a des terres à transporter en dehors de la propriété, il faut que le propriétaire s'informe à l'avance s'il y a des remblais publics : sinon, il avisera avec des voisins pour se débarrasser des fouilles, ou bien il s'entendra avec des propriétaires en dehors de la ville ou du village pour les recevoir.

Après le terrassier vient le *maçon*, qui exécute les fondations, les caves avec leurs voûtes, ensuite les murs de face et de refend, les plafonds, les enduits, les corniches et en général toute l'ornementation rectiligne et linéaire. Pour exécuter la maçonnerie on se sert du garçon ou manœuvre, du compagnon ou maçon proprement dit. On appelle *poseur*, le maçon qui sait poser et couler la pierre de taille avec habileté et adresse ; il se fait aider par un maçon intelligent, nommé *contre-poseur*. Le plâtrier ou plafonneur est celui qui fait les enduits et les plafonds. Ce sont dans beaucoup de localités des ouvriers spéciaux, qui ne s'occupent pas de la maçonnerie des murs ; dans certaines localités les maçons sont en même temps plafonneurs. Le maître campagnon ou chef d'atelier est un ouvrier maçon habile, intelligent, qui conduit et surveille les ouvriers de sa profession. Il doit savoir lire, écrire, calculer et comprendre les projets tracés sur le papier. Enfin, le tâcheron est l'ouvrier capable auquel on confie seulement la main-d'œuvre en lui fournissant les matériaux. Il faut que le constructeur propriétaire ait la preuve de l'habileté du tâcheron qu'il emploie, afin qu'il ne gâche pas l'ouvrage qu'on lui confie.

En troisième lieu vient le *charpentier*, dont le métier est d'as-

sembler des pièces de bois, pour en construire des combles, des planchers, des cloisons, des lucarnes, etc. Le charpentier façonne et pose les assemblages de charpente. C'est le plus intelligent des ouvriers de bâtiment, car il doit savoir en partie la géométrie descriptive pour la taille et l'assemblage des bois qu'il emploie. Le charpentier exécute aussi les escaliers.

A la suite du charpentier vient le *couvreur*, qui garantit les constructions au moyen de couvertures en ardoises, en tuiles, en zinc et autres matières.

Quand le bâtiment est préservé des intempéries de l'air, le *menuisier* s'occupe du complément des assemblages en bois, plus délicats que ceux du charpentier. Le menuisier fabrique les fenêtres, les portes extérieures et intérieures, les achèvements et les décorations du dedans, comme planchers, parquets, lambris, armoires, cloisons légères, les plinthes, les stylobates, les volets, les persiennes, etc.

Le *serrurier*, qui fournit, façonne et pose d'abord les gros fers destinés à lier la charpente à la maçonnerie, tels que tirants, ancres, platebandes, étriers, équerres. Il fournit et pose ou pose seulement les serrures, les gonds, les fiches, les équerres aux portes, la ferrure entière des volets, persiennes et des fenêtres, et s'occupe en général de la pose de tous les ouvrages de quincaillerie. Le serrurier emploie le fer forgé, la tôle et la fonte indistinctement, et pour certains ouvrages le cuivre.

L'action du *plombier* est d'abord de couvrir en plomb des combles et des terrasses, de poser les chénaux (travaux exécutés aussi par les couvreurs), les conduits d'eau, les pompes, les cuvettes et les appareils d'eau dans les lieux d'aisances.

Le *paveur* et le *carreleur* pavent les cours, les écuries, les étables, les pièces d'une maison où il ne doit pas y avoir de plancher ni de parquet en bois. Le carreleur pose les carreaux blancs et noirs en pierre et en marbre, les carreaux en terre cuite, soit dans les vestibules et antichambres, soit dans les salles à manger ou salles de bain.

Le *marbrier* pose les cheminées et les plinthes en marbre, les mosaïques, quelquefois les carreaux blancs et noirs en pierre et en marbre, et en général les pavés ornés de l'intérieur des maisons.

Les *peintres-vitriers* viennent presque achever un bâtiment. Le peintre couvre les surfaces apparentes, soit enduits, bois et fer, de plusieurs espèces d'ouvrages, tant pour la conservation que pour l'embellissement. On peint les façades à l'extérieur; on couvre de peinture, soit à l'huile, soit à la détrempe ou à la colle, les parois des pièces intérieures. Le peintre recouvre l'œuvre du maçon, du menuisier et du serrurier, de couches de couleur tant pour la conserver que pour lui donner une uniformité agréable à la vue. La peinture la plus habituelle s'exécute par tons unis et variés, par réchampissage d'ornement, ou couleur d'une moindre surface posée sur des fonds préparés à cet effet, et enfin en décors, enrichis de filets, d'ornements, de figures et d'animaux.

Dans la peinture dite de décors sont aussi compris l'imitation des bois, des briques, des granits, des marbres veinés, des moulures feintes, ombrées et éclairées à effet, etc., etc.

Le peintre-vitrier pose les carreaux de verre ou les glaces dans les fenêtres et les portes vitrées. Pour cette pose, c'est lui qui coupe au diamant le verre ou les glaces de la dimension voulue et qui fait le masticage extérieur. Le propriétaire peut faire venir directement les carraux de verre ou les glaces de la fabrique ou du dépôt de la fabrique le plus voisin et ne charger le vitrier que de leur pose.

Quand on fait bâtir, il faut savoir quels sont les travaux qui appartiennent à chaque corps d'état, afin de pouvoir donner des ordres justes et des directions positives et opportunes. Celui qui dirige ou surveille les ouvriers d'un bâtiment en construction, qu'il soit architecte ou non, devient le directeur et le maître de ces ouvriers, et rien ne leur inspire plus de confiance, de zèle et d'activité, quand ce directeur leur fait l'effet de connaître avec justesse ce qu'il a à leur ordonner ou commander. Tout homme un peu attentif, qui lira lentement et attentivement les renseignements tout pratiques que nous avons rassemblés dans cet ouvrage, pourra, sans une grande ou fatigante étude, suivre les travaux divers des ouvriers et se mettre à même de surveiller avec profit les œuvres qu'ils exécutent.

Que l'amateur constructeur s'identifie d'abord avec les quelques propositions de géométrie consignées en tête de ce vo-

lume, et dont nous avons retranché à dessein les démonstrations, afin d'être plus abrégé; qu'il étudie plus tard les pages qui traitent des différentes natures de sol, celles ensuite où nous parlons des fondations dans les mauvais terrains, des fondations sur grillages et autres ; qu'il suive avec assiduité, mais sans précipitation, la description des travaux à mesure qu'ils doivent se présenter dans l'exécution, et il s'apercevra que la tâche qu'il a entreprise n'est point au-dessus de ses capacités ni de sa volonté.

Qu'il consulte ce volume comme une sorte de dictionnaire, de petite encyclopédie de construction, ce qui lui est rendu facile par l'ordre alphabétique des matières placé à la fin de ce livre.

S'il nous lit sans distraction, il pourra jouir plus tard du plaisir de voir une œuvre achevée dont il aura dirigé et suivi l'exécution dans toutes ses parties. Il éprouvera le même contentement et la même satisfaction que l'architecte ressent en présence de ses projets exécutés et achevés.

Du Nivellement du terrain à bâtir.

Tous les terrains ne sont pas toujours de niveau; il y en a qui offrent des inégalités ou des irrégularités considérables. Il est donc nécessaire de se rendre compte des variations de la surface avant de déterminer la profondeur des fondations et le niveau du dessus du plancher du rez-de-chaussée. C'est en négligeant cette simple opération du nivellement qu'on commet trop souvent des fautes irrémédiables, soit qu'on fonde trop bas, soit qu'on fonde trop haut.

Il arrive aussi très-fréquemment que le niveau du plancher du rez-de-chaussée ou que d'autres niveaux d'importance dans les bâtiments neufs doivent dépendre de l'écoulement des eaux ainsi que du drainage; ces niveaux peuvent encore dépendre de dépendances et d'accessoires qu'il faut prendre en sérieuse considération. Il est donc nécessaire de connaître quelques moyens simples et exacts propres à s'assurer des hauteurs relatives des différents points qui entourent l'emplacement où l'on doit élever un bâtiment nouveau. On se sert pour cette opération de deux moyens, dont le premier consiste

dans l'emploi du niveau d'eau et le second dans le vulgaire niveau du maçon.

Dans le cas où le terrain dont on veut tirer le niveau est de peu d'étendue et où les variations du niveau ne s'étendent pas au delà de quatre à cinq mètres, les différentes hauteurs des divers points peuvent être exactement prises au moyen du niveau du maçon.

Choisissez un endroit convenable auprès du point le plus élevé du terrain, enfoncez-y trois petits pieux à égale distance les uns des autres, et formant un triangle, aussi régulier que vous pourrez le faire par simple approximation. Clouez à l'extérieur des pieux ou piquets trois morceaux de planches d'une épaisseur moyenne mais convenable, de façon à ce que leur face supérieure se trouve dans un même niveau, ce que l'on fera en y présentant une règle sur laquelle on fera manœuvrer en tous sens l'équerre niveau du maçon. Pour cette opération on se fera aider et guider par un ouvrier maçon, qui presque tous savent se servir convenablement de leur niveau, ou d'une manière assez pratique pour l'enseigner au bout de cinq minutes.

Quand le niveau est ainsi fixé, un aide ou un ouvrier se place vers l'endroit où l'on commence l'opération du nivellement. Cet ouvrier enfonce en terre un piquet, *a* qui doit être plus long que la différence supposée du niveau : il fait glisser le long du piquet, soit en l'élevant, soit en le baissant, un morceau de latte *b* jusqu'à ce que l'œil de l'opérateur aperçoive le haut des deux planches du triangle en question dans une même ligne horizontale, avec la face supérieure de la latte tenue par l'aide. On comprendra que pour que la vue puisse embrasser ces trois points il faut des tâtonnements et des épreuves jusqu'à ce qu'on arrive au but. La différence de niveau cherchée sera la hauteur à partir du pied du piquet jusqu'au dessus du bout de latte transversale, ou dessus des trois planches clouées en triangle.

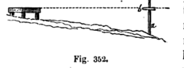
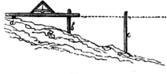


Fig. 352.

Il y a encore un moyen plus expéditif de connaître des différences de niveau quand les distances ne sont pas trop longues.

Sur le point le plus élevé enfoncez un piquet *a* jusqu'à ras de terre, et dans la direction du niveau à prendre placez un autre piquet *b* à environ 2 mètres au plus du premier. Placez une extrémité de règle sur le premier piquet, et appliquez l'autre contre le second piquet. Présentez ensuite le niveau de maçon sur le dessus de la règle, vers le milieu, et mettez la règle de niveau.


Fig. 353.

Marquez d'une manière quelconque ce niveau sur le second piquet, plantez-en un troisième *c*, et recommencez l'opération. Mais il faut avoir soin de ne jamais confondre le dessous avec le dessus de la règle. La différence de niveau cherchée sera la hauteur du pied du dernier piquet jusqu'au point où arrivera le dessous de la règle.

Le résultat de l'opération faite avec le niveau de maçon repose sur ce principe tiré de l'expérience : qu'un poids quelconque attaché ou suspendu à un fil prend constamment une direction verticale tendant au centre de la terre et formant avec la ligne horizontale ou ligne de la surface de l'eau un angle droit ou de 90 degrés.

Les deux méthodes de nivellement que nous venons de décrire seront suffisantes pour prendre couramment des différences de niveau et suffiront aux besoins ordinaires du constructeur. Mais dans les cas où une plus grande précision serait exigée, ce qui arrive fréquemment, surtout quand les niveaux sont à de grandes distances les uns des autres, il est nécessaire de faire une opération avec un instrument plus précis et plus exact. Cet instrument est le niveau d'eau qui repose sur ce principe d'hydrostatique, que la surface calme de l'eau est toujours horizontale.

Le niveau d'eau consiste en un tube dont les extrémités se recourbent en l'air à angle droit; il est fixé au milieu sur une tige qu'on enfonce en terre. Dans chacune des extrémités recourbées on introduit un petit cylindre ou fiole, qui forment les points de mire pour une ligne horizontale. Quand on fixe le niveau en terre par le milieu dans une direction à peu près ho-

rizontale, et qu'on remplit le tube d'eau, cette eau monte dans les extrémités recourbées et forme deux surfaces dans les deux cylindres creux et qui constituent une ligne horizontale, que l'instrument soit lui-même horizontal ou non. Maintenant, si l'on prend comme points de mire les deux petites surfaces d'eau des cylindres ou fioles, on sera certain de pouvoir s'assurer d'une ligne parfaitement horizontale, qui pourra servir à toutes les opérations de nivellement. Il va sans dire qu'il y a encore d'autres espèces de niveau d'eau, dont on pourra se servir et dont on apprend l'emploi par celui qui les vend.

Le niveau d'eau est placé sur le point culminant du terrain et dans la direction où l'on veut chercher la différence de niveau. Dans cette direction est placé un homme tenant à la main une règle divisée en mètres et en centimètres. Sur cette règle glisse une petite plaque en métal peinte en rouge et en blanc, à deux bandes horizontales. L'œil de l'opérateur mire au-dessus des surfaces des deux cylindres, et fait baisser ou hausser la petite plaque jusqu'à ce qu'enfin la vue embrasse les deux surfaces d'eau et la jonction du rouge et du blanc dans une seule et même ligne, et cette ligne sera la ligne de niveau. On verra à quelle mesure de la règle correspond la ligne de jonction des deux couleurs ; ensuite on mesurera la hauteur du pied de l'instrument (ou niveau d'eau) jusqu'à la surface de l'eau dans les cylindres. On défalquera cette hauteur de la règle divisée en centimètres en descendant du point de mire, et ce qui restera sera la différence des deux niveaux de terrain.

Nous allons donner un exemple pour nous mieux faire comprendre. Supposons que *a b* soit une route, *c d* le point où l'on veut établir une construction quelconque. On veut savoir quelle est la différence de hauteur ou de niveau entre la ligne *a b* et la ligne *c d*. Placez le niveau d'eau au milieu de la route *a b*;

Fig. 354.

dirigez-le en longueur sur le point *c d*. Vos deux points de mire de l'instrument vous conduiront (ce qui est indiqué par la ligne ponctuée *g*) sur la règle *e f*, au point *g*. Supposez que du point *g* à la ligne *c d* vous ayez trouvé 4^m,60. De ces 4^m,60 il faut défalquer la hauteur de l'instrument que nous supposerons être 1^m,35. Otez donc ce mètre trente-cinq centimètres de 4^m,60, il restera 3^m,25 qui sera la différence de hauteur ou de niveau entre la ligne *a b* et la ligne *c d*, c'est-à-dire que la ligne de la route sera plus haute de 3^m,25 que la ligne *cd*, où doit être établie une construction ou une terrasse, etc., etc.

Tracé d'un bâtiment sur le sol et fouille.

Lorsqu'on a arrêté ses projets et dessiné ses plans, coupes et façades, il s'agit de les exécuter. Quand on est fixé sur l'emplacement de la construction qu'on veut élever, et que cette construction est isolée, que son tracé sur le sol n'est point déterminé par des considérations particulières, que sa position est indépendante de ce qui peut exister autour, on trace avec un cordeau une ligne *a b* sur le sol, qu'on a eu soin auparavant de faire niveler grossièrement. Cette ligne sera tracée dans la direction qu'on veut donner à la façade principale et elle formera le pied de cette façade. Si le bâtiment que vous élevez est isolé, vous avez à déterminer la longueur de votre façade. Si vous lui avez donné sur votre dessin supposons 12 mètres de longueur, ce sont 12 mètres réels avec une mesure dont se servent les ouvriers qu'il faut reporter sur la ligne tracée sur le sol. Vous déterminerez où vous voudrez asseoir l'angle de votre bâtiment. Car il faut commencer par un point de départ. Cela fait, soit en *a*, vous y enfoncerez un piquet d'un mètre environ de longueur, et à partir de ce piquet vous mesurerez 12 mètres, et au point *b*, où vous arriverez, vous enfoncerez un autre piquet. Vous vous assurerez si la position de ces douze mètres de longueur est selon vos convenances, s'il ne faut pas les avancer ou reculer à gauche ou à droite. Quand

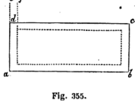


Fig. 355.

vous serez satisfait de la position de cette première ligne, à chacune des extrémités vous vous retournerez d'équerre sur cette ligne de façade et vous tracerez deux autres lignes *ad*, *bc* perpendiculaires à la première, sur lesquelles vous reporterez le nombre de mètres que doivent avoir vos façades latérales. Si la place de votre maison est un rectangle ou un pavillon carré, des deux extrémités des lignes en retour de vos façades latérales *ad*, *bc*, vous tirerez une parallèle à la ligne tracée en premier : soit *dc*.

Si le plan de la maison avait deux avant-corps ou quatre angles rentrants, comme l'indique la figure 356, vous tracerez d'abord le rectangle *jedk*, et vous y ajouterez ensuite les deux petits rectangles *abcl*, *ifgh*. Il faut avoir soin que les distances *kl*, *ji* soient égales aux distances *cd*, *fe*. A tous les points que vous aurez déterminés en leur donnant leur position respective, vous enfoncerez des piquets, par lesquels vous vous rendrez compte quel est l'emplacement du bâtiment à élever, et si cet emplacement répond à vos désirs et convenances. Faites le tour extérieur des piquets, placez-vous à distance sur chaque face et cherchez s'il n'y a pas d'inconvénient à fonder la maison dans le contour formé par les piquets

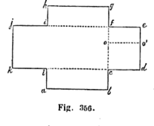


Fig. 356.

Si le bâtiment n'a pas de caves, soit *abcd*, de la fig. 355, vous avez l'épaisseur des murs à tracer dans le rectangle *abcd*, ce qui se fait en tirant des lignes parallèles à *ab*, *bc*, *cd*, et *da*. Mettez ces parallèles à la distance qu'auront l'épaisseur de vos murs. Supposons cette épaisseur de 48 centim. La distance entre les lignes tirées et les lignes ponctuées sera de chaque côté du rectangle de 48 centimètres. Prolongez d'un mètre toutes vos lignes sur les quatre faces comme nous l'avons indiqué à l'angle gauche du haut en *ef*. Plantez-y des piquets, vous y assujettirez des cordeaux pour guider les terrassiers dans la fouille qu'ils feront. Mais au lieu de faire faire des tranchées ou fossés de 48 centim. de largeur, comme il est d'usage de donner un empatement, ou plus forte épaisseur, aux murs pour fonda-

tions, et qui est environ de 8 centim. de chaque côté, la tranchée aura $0^m,66$ au lieu de $0^m,48$. Pour la commodité des maçons, il faut encore ajouter quelques centimètres de chaque côté, ainsi qu'ils ont l'habitude de l'exiger.

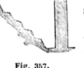
Si le bâtiment a des caves, il faut en prendre sur votre plan la longueur et la largeur et les reporter en mètres réels à la place qu'ils doivent occuper dans le tracé que vous aurez fait. Supposez que vous ayez une cave dont la superficie est le rectangle *cdo'o* : Si la maison doit encore en avoir ailleurs, tracez-les ; mais dans toutes les opérations que nous venons de vous indiquer efforcez-vous de ne pas vous tromper, tenez toujours bien compte des épaisseurs de murs de façade, et quand vous aurez tracé en nature le plan du bâtiment à élever, ne vous lassez pas de vérifier vos mesures et surtout vos mesures principales. Car d'une erreur dans le tracé du plan, et dont on ne se serait point aperçu, peuvent naître des inconvénients irrémédiables dans la suite.

Les piquets de repère bien garantis, les terrassiers peuvent commencer le piochage, le pelletage et exécuter tout ce qui constitue leurs travaux.

La première opération à faire, après avoir nivelé le terrain sur lequel on veut bâtir, c'est de tracer le contour extérieur du bâtiment à élever, et de déterminer quelles sont les parties où seront placées les caves, les fosses d'aisance et les murs de refend, si on ne creuse pas toute la superficie de la maison, ou, en d'autres termes, si on ne met pas tout le rez-de-chaussée sur caves. On nomme *fouille*, toute ouverture fouillée en terre, soit pour une fondation d'un simple mur, soit pour y asseoir le souterrain d'une maison entière, et de l'enlèvement des terres, le tout suivant les dimensions données.

La fouille offre moins de difficultés quand elle se pratique dans des terrains secs et fermes, que dans des terrains humides et meubles. Si l'on fouille dans des terrains sablonneux, il faut surtout se précautionner contre les éboulements qui, en compromettant la vie des terrassiers, augmentent aussi la dépense. Pour des fouilles d'une certaine étendue dans le sable, il ne faut pas les faire verticales, mais en talus à l'extérieur, et si on va à une certaine profondeur, il faut de plus former

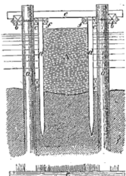
ce talus au moyen de retraites formant gradins. Si l'on fait la fouille d'une cave ou d'une fosse de lieux d'aisance, on doit placer, à mesure qu'on descend, des madriers en sens vertical, les uns opposés aux autres, entre lesquels on place des pièces de bois transversales, un peu inclinées, et dont on fait marcher le pied avec le bec d'un ciseau ou d'un pied de biche, de manière à retenir les terres dans la direction voulue.


Fig. 357.

Le plus grand obstacle à vaincre dans les fouilles, c'est quand on trouve une nappe d'eau naturelle ou de l'eau de source. L'eau de source peut dans certains cas être supée, mais la règle générale est qu'elle doit être, ainsi que l'eau qui provient d'une nappe naturelle, dévoyée si c'est possible ou épuisée. Mais on ne peut dévoyer l'eau quelconque d'un sol qu'en l'introduisant dans un tuyau ou canal et la dirigeant vers un lieu situé plus bas que son niveau, d'où elle ne peut pas refluer ou retourner vers sa source. Dans des travaux de quelque importance on se sert, pour l'épuisement de l'eau des fouilles, de pompes foulantes ou de vis d'Archimède.

Dans des cas importants, où il s'agit de jeter des fondations très-solides, on est obligé d'élever des murs provisoires, formés de pieux contre lesquels on place des madriers et qui contiennent dans leur milieu de l'argile damée. Quand on pratique des fouilles dans l'eau, il faut circonscrire ou enceindre le lieu à creuser de ce qu'on nomme un batardeau qui empêche l'eau de pénétrer. Quand l'eau n'est pas considérable et au-dessus du niveau de la rivière qui n'en serait point éloignée, on peut généralement se contenter d'élever autour de l'endroit à fouiller de petites digues en terre glaise ; mais quand l'eau est abondante et profonde, plus basse que la rivière à proximité, on doit se servir des *batardeaux*. Le batardeau est une enceinte formée de deux rangs verticaux et parallèles de pieux, plantés à très-peu de distance les uns des autres, réunis par des palplanches, dont l'intervalle est rempli de glaise ou de terre franche. Pour faire cette espèce d'enceinte, on pratique dans les pieux, plantés à très-peu de distance les uns des autres, des rainures dans lesquelles on fait entrer des palplanches ou madriers en bois de

chêne taillés en pointe par le bas. La largeur intérieure de cette espèce d'encaissement peut être depuis un mètre jusqu'à quatre mètres, en raison de la grandeur et de la force de l'eau. La construction des batardeaux est du ressort des charpentiers, qui en ont l'habitude et qui pourront par conséquent aider le propriétaire dans la manière de les faire ainsi que dans les dimensions à leur donner. Quelquefois, quand il n'y a pas de charpentier sur les lieux, ce sont les maçons qui se chargent de l'établissement des batardeaux. C'est pour cette raison que nous allons en donner une description succincte.



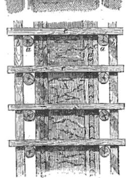


Fig. 358.

La fig. 358 représente le plan et la coupe transversale d'un batardeau. On doit d'abord commencer par enfoncer dans l'étendue que doit comprendre le batardeau une double rangée de pieux *aa* à une moyenne distance les uns des autres (2 mètres environ au moins si l'on veut). Quant à la distance à donner d'une rangée à l'autre, elle doit pouvoir soutenir la pression latérale de l'eau; la largeur du batardeau peut être identique ou à peu près à la hauteur du fond de l'eau à son niveau supérieur. A l'extérieur des deux rangées de pieux, on pratique, vers leurs extrémités, des espèces de moises ou traverses *bb*, et d'autres intérieures *cc*, boulonnées avec les précédentes, destinées à recevoir et à maintenir la direction verticale que les palplanches doivent avoir. Pour que les palplanches se joignent mieux, au lieu de faire des joints droits on les fait angulaires ou même à languette. Pour maintenir l'écartement des deux rangées de pieux, on place de trois en trois pieux des traverses *e*, entaillées à mi-bois sur

Fig. 359.

les moises extérieures, et boulonnées dans les pieux, et mieux encore dans les moises. Voilà donc la garniture extérieure du batardeau établie; alors on place les palplanches *dd*, assujetties à l'intérieur au moyen d'une autre moise *ff*. Ensuite l'intérieur du batardeau est rempli de glaise A, de terre forte ou de limon de rivière à une hauteur au delà du niveau supérieur de l'eau.

Le batardeau est ordinairement établi lorsqu'une fouille est près d'arriver à l'eau. Il faut se presser à se débarrasser de l'eau, et indépendamment des différents engins dont on se sert, il n'est pas inutile d'employer encore les bras de l'homme.

Tracé d'une fouille.

Le tracé d'une fouille de maison n'est pas plus difficile que le tracé de la fouille d'un trou carré quelconque : c'est la même opération pratiquée plusieurs fois, d'où résulte une complication, qui est néanmoins très-simple à comprendre et à exécuter. Supposons le périmètre donné d'une maison, ainsi que l'indique notre figure. La partie A est occupée entièrement par le souterrain. La partie B est occupée par la fosse d'aisances.

Après avoir déterminé la ligne sur laquelle doit être plantée la façade principale C, au moyen d'un cordeau tendu, et après avoir déterminé ensuite les deux extrémités *o'o''* ou angles de votre façade, tracez une ligne D d'équerre sur la ligne C, à l'extrémité *o'*; cette ligne D devra avoir la longueur qu'on lui aura donnée sur le plan étudié, et on déterminera cette longueur au moyen du mètre réel dont se servent les ouvriers. A l'extrémité de la ligne D, faites avec le cordeau une ligne parallèle E à la ligne de face C. Donnez-lui la longueur déterminée sur le plan. A son extrémité, tracez une ligne F d'équerre avec la ligne E, et parallèle par conséquent à la ligne D. Donnez à la ligne F, comme vous avez fait pour les précédentes, la longueur déterminée sur le plan étudié et à son extrémité, tracez au cordeau la ligne G d'équerre sur F. Si vous avez opéré avec exactitude, la ligne G sera parallèle à la ligne C. Ayant donné la longueur

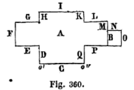


Fig. 360.

voulue à la ligne G, à l'extrémité intérieure de cette ligne, tracez-en une autre H de la longueur voulue. Retournez-vous d'équerre et tracez la ligne I qui sera parallèle à la ligne C, si vous avez opéré avec précision.

Quant au côté droit de la fouille, opérez de la même manière pour le tracé de toutes les lignes longitudinales et latérales que vous l'avez fait pour le côté gauche, et comme nous venons de vous l'indiquer, jusqu'à ce qu'ayant déterminé la position et la longueur des lignes Q, P, O, N, M, L et K vous ayez rejoint la ligne I. Mais il faut avoir soin d'opérer avec beaucoup d'exactitude afin que le tracé réel sur le terrain au moyen du mètre réel se rapporte parfaitement aux mesures ou côtés déterminées sur le plan figuré sur le papier. Car le tracé sur le terrain n'est qu'un agrandissement relatif et proportionnel du périmètre de la maison figurée sur le papier en plan.

On se sert d'un cordeau pour tracer. On plante un petit pique à chaque angle qu'on aura déterminé, et avant d'enlever le cordeau, on fera une raie sur le sol avec une bêche ou une pioche, pour maintenir la direction des lignes que le cordeau aura indiquée en le tendant. Plus le terrain est ferme et convenable, plus on peut et on doit procéder avec exactitude dans le tracé de la fouille. Car il ne faut pas la faire faire plus grande qu'il est nécessaire. Moins on rapporte plus tard de terres contre les murs de fondation ou de souterrain, et mieux cela vaut. S'il y a eu des éboulements partiels et de peu d'importance, la terre qui manque à l'extérieur doit être remplacée par de la terre rapportée qu'on dame ou qu'on pilonne contre le mur extérieur.

La coupe que vous aurez tracée de votre maison vous montrera la profondeur qu'il faudra donner à votre fouille, et vous l'indiquerez aux terrassiers. Les plus fortes profondeurs se fouillent en dernier, comme celles des fosses d'aisances, qu'on ne creuse qu'au moment de commencer à maçonner. Cela se fait par précaution et pour éviter les éboulements qu'on peut pour ainsi dire prévoir.

Quand le bon sol est à une certaine profondeur, et que le terrassier ne peut pas jeter la terre immédiatement en dehors du trou qu'il creuse, c'est-à-dire sur le sol ou la surface du sol

naturel, on divise la profondeur en gradins en retraite nommés *banquettes*, de chacune de deux mètres environ de hauteur, pour que le terrassier puisse jeter la terre de l'une à l'autre. Quand la profondeur est très-considérable et que la largeur de la fouille est trop resserrée, on supplée aux banquettes ménagées dans la masse de terre par des échafauds légers, étagés de la même manière.

Il faut faire attention que les terres extraites de la fouille ne soient pas jetées trop près d'elle, afin de ne pas surcharger la terre restée en place autour du creux. Sans cette précaution, on a des éboulements, et la terre jetée dehors avec celle qui la supporte retombent alors dans le trou fouillé. Plus la fouille est profonde, plus les terres qui en sortent doivent en être éloignées. Dans tous les cas, la fouille n'aurait-elle que deux mètres de profondeur, il sera toujours convenable de porter les terres qui en proviennent à quelques mètres de distance du bord de la fouille.

Lors d'une fouille, il faut avoir soin d'enlever la terre végétale, s'il y en a, et la conserver pour le jardin ou le parc. Si l'on trouve du sable ou du gravier convenables à être employés pour le mortier, on les fera mettre à part : s'ils ne sont pas bons à cette destination, on en fera des tas, qui pourront servir plus tard pour les chemins. Il faut toujours avoir la précaution de prévoir d'avance l'emploi utile des terres ou matériaux que donnent les fouilles, afin de ne pas augmenter la dépense en les faisant inutilement conduire aux décharges publiques.

Avant de commencer une fouille quelconque, il faut avoir soin de déterminer le niveau du dessus du plancher du rez-de-chaussée. A cet effet, faites enfoncer un piquet dans un lieu quelconque de l'emplacement qui doit être creusé. Déterminez quelle quantité de marches vous voulez avoir du sol au niveau du plancher en question : rappelez-vous que ces marches ne doivent avoir que 16 centimètres d'élévation; en faisant enfoncer le piquet guide, faites arrêter son extrémité supérieure à la hauteur que vous aurez déterminée. C'est de ce point qu'il faudra mesurer et descendre en contre-bas la profondeur des fouilles.

Tâchez d'être aussi exact que possible dans vos apprécia-



tions afin de ne pas descendre la fouille plus bas qu'il convient. Faites aussi en sorte que les terrassiers aillent à la profondeur nécessaire du premier coup. Enlever trop de terres, ne pas en enlever assez, conduit à un surcroît de dépense parfaitement inutile, puisqu'avec des soins et des précautions on peut arriver du premier coup à la profondeur exigée.

Il faut encore avoir soin que les superficies, qui doivent recevoir le pied des fondations, soient creusées au même niveau, afin que la pression opérée par les murs de fondement soit exercée par un poids égal en tous lieux. Car si les murs ne s'élevaient pas d'un seul niveau, il faudrait prendre des attachements infinis pour leur métré, tandis que s'il ne descendent qu'à une seule et même profondeur, il n'y a qu'un seul attachement à noter.

Par le mot d'*attachement* on entend la constatation écrite ou figurée des objets qui devront être cachés quand la construction sera complétement terminée. On peut indifféremment inscrire et figurer ces attachements sur des feuilles volantes ou sur un registre, comme cela se pratique dans les travaux publics. Chaque entrepreneur doit signer les attachements, qui seront faits en double et qui serviront comme pièces justificatives pour les mêmes articles portés aux mémoires.

Du tracé des Fondations.

Nous avons dit en nous occupant des fouilles, page 123, qu'il fallait avoir soin de faire porter les terres qui en proviennent à quelques mètres de distance du creux creusé, afin que ces terres ne pussent pas occasionner d'éboulement par leur poids. Mais il y a encore un autre motif pour les éloigner : le tracé des murs demande un espace libre et convenable. Il faut au moins un ou deux mètres du sol naturel tout au pourtour de la fouille pour pouvoir opérer avec aisance et précision dans le tracé horizontal de la maçonnerie.

Aussitôt que la fouille est achevée par l'enlèvement des dernières terres, faites-en grossièrement niveler le pourtour extérieur. Rétablissez la ligne de façade C, fig. 360, au moyen d'un

cordeau tendu, et dans une longueur plus grande que vous l'indique le plan étudié.

Quand on opère sur le terrain, il est bon de tirer les lignes qui doivent servir à tracer plus longues qu'il est besoin pour y reporter les mesures exactes : d'abord les opérations sont plus précises, et on n'est jamais obligé de rallonger ces lignes, ce qui évite une perte de temps.

La ligne C étant tracée, déterminez la longueur de la façade aux points o' et o''. En avant des points o' et o'', à 50 ou 60 centimètres de distance de la ligne o' et o'' enfoncez deux petits pieux, ou de forts piquets, aux points 1,2,3,4, et écartés l'un de l'autre d'environ 50 centimètres. Faites de même une semblable opération à tous les angles de votre fouille ainsi que l'indique pour un seul angle la figure 361. Sur ces petits pieux, on cloue ensuite en travers et à une hauteur d'environ un mètre à un mètre quarante centimètres, une petite traverse *z* en latte ou en volige dont on aura dressé la face supérieure. C'est sur cette face des traverses qu'on recommencera le tracé du périmètre extérieur de la maison et qu'on tracera aussi l'épaisseur des murs.

La figure 362 d'un angle en perspective fera comprendre l'o-

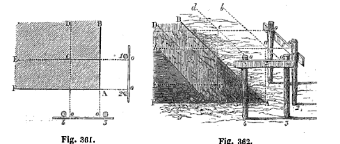


Fig. 361. Fig. 362.

pération indiquée. La ligne ponctuée *c* D correspond à la ligne CE du plan, fig. 361 ; la ligne *a h* correspond à la ligne A F de la même figure et à la ligne A F du plan, fig. 361. La ligne *a b* correspond à la ligne A B de la même figure et aussi à la ligne A B du plan fig 361. Il en est de même des autres. Les lignes ponctuées de la fig. 362 reproduisent donc le tracé sur le sol, mais à une

certaine hauteur arbitraire de ce sol. Les deux lignes ponctuées fig. 361 en équerre C D, CE figurent l'épaisseur du mur, c'est-à-dire la face intérieure du mur de pourtour quand il sera monté à la hauteur du sol.

L'opération indiquée par la figure en perspective est pour conserver intactes toutes les mesures ordonnées. Les lignes ponctuées qui partent des traverses z, z, sont exprimées en réalité par des cordeaux tendus par les maçons. En présentant des plombs aux angles que forment les cordeaux, les ouvriers reportent les dimensions au fond de la fouille et opèrent pour jeter leurs fondations avec l'exactitude convenable. On doit cependant ne pas négliger d'exercer un contrôle sur les opérations des ouvriers et de s'assurer par soi-même s'ils n'ont pas commis quelque erreur.

La partie en hachures biaises du plan fig. 361, contenue entre BAF, et en hachures verticales et horizontales de la fig. 362 en perspective, indique la partie fouillée ou vide. Observons, enfin, pour plus de clarté qu'un angle droit vu d'en haut en perspective devient un angle plus ou moins aigu, comme on peut le voir par l'angle BAF de la fig. 362.

Quand on aura fait descendre, au moyen des à-plombs, la position et les dimensions des murs, on indiquera les baies de portes qui doivent établir des communications entre les diverses caves du souterrain.

L'espèce de canevas à cordeau établi à une certaine distance verticale du sol, doit toujours indiquer la position des murs au-dessus de terre. En descendant ces mesures sur le sol des fondations, il faut avoir soin de tenir compte des différences d'épaisseur des murs. Car ceux du souterrain doivent être plus épais que ceux du rez-de-chaussée. L'excédant d'épaisseur d'un mur sur un autre se nomme empatement. On donne d'ordinaire 11 centimètres d'empatement aux murs de face extérieurement et environ 5 à l'intérieur. Il faut tenir compte de l'excédent d'épaisseur, en traçant la fouille.

Pilotis en sable.

Il peut arriver en construction qu'on n'ait que de simples points d'appui à établir pour fondation, plus ou moins éloignés les uns des autres. Alors on se servira du procédé suivant. L'emploi du sable dans les fondations a été fait en 1830 à Bayonne et ensuite à la fondation des piliers du porche du corps de garde de Mousserolles. La fig. 363 fait voir la disposition de la fondation du pilier qui devait être fondé sur une plate-forme. On fit creuser le sol à un mètre au-dessous du niveau auquel on voulait descendre l'empatement de ces piliers; on remplit l'excavation de sable en le tassant à la dame. On établit sur ce sable les assises M et N en maçonnerie de libages et mortier ordinaire, puis l'assise P en pierre de taille, formant soubassement.

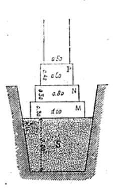


Fig. 363.

Le fond de l'excavation a un mètre de largeur. Le ponctué et la lettre S indiquent la place du sable. La première assise en libages a 30 centimètres de hauteur sur un mètre en longueur et en largeur. La seconde n'a que 80 centimètres en longueur et en largeur, et le soubassement n'en a que 60.

Les circonstances où il y a avantage à employer un pilotis en sable sont dans les terrains qui seraient absolument sans consistance, où il serait difficile d'ouvrir les tranchées nécessaires pour y fonder au moyen d'un massif de sable, et dans lesquels on ne pourrait d'ailleurs, sans coffrage, empêcher la vase de venir se mélanger au sable qu'on y placerait.

LIVRE TROISIÈME.

LIVRE TROISIÈME.

SCIENCE ARCHITECTURALE

DU PLAN, DE LA COUPE ET DE L'ÉLÉVATION.

La connaissance de la construction ne suffit pas seule au propriétaire constructeur; il doit encore y joindre l'art du tracé des plans, des coupes et des élévations. Dans la pratique de cet art il y a des convenances à prendre en considération, des exigences d'économie domestique à remplir et enfin à inculquer aux créations un caractère de bon goût autant que faire se peut.

Les dessins graphiques sont destinés à manifester et à rendre les idées du constructeur, qu'il soit architecte ou propriétaire. Les dessins sont les images en miniature des objets qu'on a l'intention de réaliser; ils représentent la forme, la position et l'arrangement de parties devant former un tout, un ensemble complet; ils représentent la liaison des portions diverses qui doivent former un bâtiment. Mais il ne suffit pas aux dessins de montrer la forme des parties d'un bâtiment, il ne suffit pas qu'ils montrent la manière de lier ces parties entre elles : si tel était le but unique des dessins, un croquis superficiel suffirait. Ils doivent au contraire faire connaître les dimensions des parties et les dimensions de la construction constituée au moyen de ces parties. Pour arriver à ce résultat, de simples dessins des parties sont insuffisants, il faut des dessins qui représentent la disposition générale, horizontale et verticale du bâtiment entier.

Les dessins ou l'image ou la représentation des parties diverses d'une construction servent aux ouvriers pour les instruire de ce qui leur est demandé; ils leur servent comme initiation, comme modèle et portrait, pour ainsi dire, des objets qu'ils sont chargés de créer.

Le dessin crée l'unité dans une construction, et c'est d'après cette loi d'unité que les dessins doivent être composés et conçus; c'est d'après cette unité ensuite que chaque corps de métier travaille, chacun dans son genre, en concourant collectivement à la manifestation matérielle de l'œuvre conçue et combinée par l'auteur des dessins.

Les dessins sont la langue du constructeur, ils transmettent aux ouvriers ses conceptions; et quand la langue est correcte et claire, l'œuvre sera aussi d'une correction parfaite avec les conceptions du constructeur. On voit donc quel est le rôle important que jouent les plans et autres dessins dans la science de la construction pratique. On concevra aussi par ce qui vient d'être dit et expliqué que pour élever une construction quelconque il faut la combiner d'avance sur le papier, l'étudier, essayer plusieurs combinaisons, plusieurs dispositions, peser le pour et le contre et s'arrêter enfin à ce qui semble le plus convenable et le plus rationnel.

Les plans et autres dessins sont aussi un moyen d'instruire le propriétaire ou constructeur sur le genre d'exécution d'une œuvre projetée; ils doivent lui faire jeter un coup d'œil, ils doivent l'instruire sur la construction à élever, lui montrer les dimensions de ses parties diverses, l'initier enfin aux rapports de ces parties, tant extérieures qu'intérieures. Tant que les dessins sont en projet, le propriétaire peut y apporter des changements sans aucun préjudice. C'est pour cette raison qu'il doit connaître la distribution de sa maison, la position et le rapport des différentes pièces, leur dimension, etc., etc.

Les projets graphiques ne doivent pas uniquement se borner à faire connaître l'apparence extérieure d'un bâtiment projeté; ils doivent encore mettre à même de faire connaître l'intérieur de ce bâtiment. Il y a donc différents genres de dessins, pour donner l'idée de la dimension, de la disposition et de la forme des parties intérieures.

Nous parlerons d'abord du plan.

Le plan est une représentation de toutes les surfaces horizontales sur lesquelles est assis un bâtiment ou sur lesquelles il doit s'élever. Qu'on se représente un bâtiment quelconque, coupé horizontalement, c'est-à-dire parallèle au niveau de la

surface de l'eau, que la longueur et la largeur, la forme de ses murs et de ses pans de bois soient figurées en petit sur une feuille de papier, l'on aura une idée de ce que c'est qu'un plan.

Fig. 364.

Supposons comme exemple un étui à aiguilles, pour nous servir d'un objet très-vulgaire. Supposons encore que cet étui est placé verticalement et coupé horizontalement de *a* en *b*, qu'on en enlève la partie supérieure *c* : alors si on se figure être d'aplomb sur le restant de l'étui, on en verra le plan, qui forme un cercle ou rond avec l'épaisseur de l'étui. La ligne extérieure de notre cercle, fig. 365, indique la surface extérieure de l'étui, le blanc l'épaisseur de l'étui, et le noir enfin le creux de l'étui, ou espace circulaire où l'on met les aiguilles.

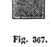


Fig. 365.

Le plan d'une colonne, corps cylindrique ou rond et plein, ne peut s'indiquer que par une ligne circulaire qui est la circonférence de la colonne ou le développement de sa surface quand on tourne tout autour. En gravure on indique cette masse ronde par des hachures qui ne dépassent pas la circonférence de la colonne : fig. 366.


Fig. 366.

Le plan d'un pilier ou masse pleine, comme un obélisque ou un poteau de bois carré, s'indique par quatre lignes, deux verticales et deux horizontales, comme on le voit dans la figure 367.


Fig. 367.

Le plan d'une tour ou d'un espace carré ou rectangulaire, c'est-à-dire plus long que large, est indiqué par huit lignes, dont les quatre plus petites dans l'intérieur de la figure, représentent les faces ou parois *intérieures* de la tour et dont les quatre plus longues désignent les faces ou parois *extérieures* de la tour. L'espace compris entre ces huit lignes, indiqué par des hachures, représente l'épaisseur des quatre murs, et le blanc du milieu, A A, représente le vide laissé entre les quatre murs.

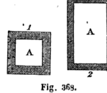


Fig. 368.

Supposez maintenant qu'il y ait une ouverture sur une des faces de la fig. n° 1, une porte par exemple : elle sera indiquée par le blanc *B* laissé dans le mur où se trouve cette ouverture (fig. 369) ou porte.

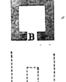


Fig. 369.

La petite figure ponctuée représente le bas de la tour carrée avec sa porte, telle qu'on la voit réellement quand on est devant elle. Nous ferons remarquer que cette figure ponctuée n'appartient nullement au plan. Elle se rapporte aux élévations, dont nous nous occuperons plus tard. Nous ne l'avons tracée ici que pour nous faire mieux comprendre.

Maintenant si l'on se figure une section horizontale et réelle d'un bâtiment, et la partie supérieure de la section comme étant enlevée, si l'on se figure ensuite être dans un ballon, verticalement au-dessus de la partie inférieure de la section, de la partie restée debout, *d*, sur le sol, fig. 364, on verra la place des portes, des fenêtres, l'épaisseur des murs et des pans de bois, l'emplacement des escaliers, etc. En conséquence, tous ces détails doivent être reproduits sur un plan correct, exact et complet.

Or le plan d'un bâtiment ou d'un édifice quelconque n'est que la reproduction multiple ou plusieurs fois répétée des figures que nous avons expliquées plus haut, soit de parties circulaires, soit de parties rectangulaires. Les pièces et les salles d'un bâtiment plus ou moins grand ne sont qu'une répétition en d'autres proportions des deux tours indiquées par les figures 1 et 2 et placées les unes à côté des autres selon certaines convenances et selon certaines dimensions pour lesquelles il n'y a point de règles absolues, parce que ces dimensions sont arbitraires et dépendent des exigences du propriétaire et de la dépense qu'il veut faire.

On comprendra aisément que les pièces d'une maison d'habitation d'un fermier seront moins spacieuses que les pièces d'une maison d'habitation d'un rentier très-opulent, dont les mœurs et les usages sont tout autres ainsi que les besoins du fermier. On comprendra encore, généralement parlant, que les pièces composant la maison de campagne d'un particulier riche seront et peuvent être plus étendues que les pièces ana-

logues dans sa maison de ville, où l'on est limité pour le terrain et par le prix de ce terrain.

On ne se contente pas d'un seul plan dans la construction d'un bâtiment : cette construction en demande plusieurs, qui sont ceux du souterrain, du rez-de-chaussée, du premier étage et enfin des étages suivants s'il y en a; chaque plan, composé et dessiné d'après une échelle ou mesure proportionnelle, présentera à la vue la distribution du souterrain, du rez-de-chaussée et des divers étages en indiquant la longueur et la largeur de toutes les pièces (comme vestibule, salon, salle à manger, etc.); par suite la longueur et la largeur des murs et des pans de bois ou cloisons, l'emplacement et la mesure ou dimension des cheminées, des portes, des fenêtres, etc.

Nous venons de dire que chaque plan sera composé et dessiné d'après une échelle ou mesure proportionnelle. Nous allons expliquer ce que nous entendons par dessiné selon une échelle ou mesure proportionnelle.

On peut tracer une image exacte de tout objet sur une surface plane. Cette image réunit en elle les mêmes proportions, les mêmes dimensions, les mêmes rapports que ceux de l'objet que cette image reproduit. Cette reproduction en plus petit peut donner une idée complète de la forme et de l'apparence de l'objet voulu. L'image ou le dessin est donc, pour ainsi dire, une copie d'un objet donné. Or, comme l'objet peut avoir de fortes dimensions, l'image reproduite sur une surface plane peut passer pour une *réduction* de l'objet en question. Le dessin mathématique met devant les yeux tout objet dans ses plus exactes proportions : tandis que l'esquisse ou le croquis, faits à main levée sans échelle ni compas, ne reproduit l'objet que dans sa forme et dans sa situation, sans avoir égard aux proportions géométriques et réelles des parties ou détails.

Si le peintre se sert de contours et de couleurs pour reproduire un objet quelconque, l'architecte ou constructeur se sert de lignes pour déterminer le portrait en petit de l'édifice ou du bâtiment à exécuter en grand.

On peut concevoir une idée de la forme extérieure d'un édifice, tel que l'œil l'aperçoit d'un point quelconque choisi par le spectateur, en le représentant ou en l'imitant sur une surface

plane dans les proportions embrassées en réalité par la vue. Il s'agit par exemple de reproduire la façade d'une maison ; dessinez ou tracez un carré ou un rectangle d'une dimension quelconque et arbitraire sur le papier, mais néanmoins, autant que vous le pouvez, en proportion du carré et surtout du rectangle que forment les lignes verticales latérales de la façade et les lignes du sol et de la corniche supérieure. Vous aurez alors sur le papier quatre côtés d'un rectangle et quatre angles droits, deux au niveau du sol, et deux en haut. Vous aurez bien la reproduction d'une façade de maison, mais dans cette reproduction vous n'aurez aucune idée, aucune donnée de la dimension effective, réelle de l'objet imité. Vous ne savez pas quelle est la longueur ni la largeur de cette maison. On peut encore y ajouter à leur place respective le nombre de portes et de fenêtres que vous voyez dans la façade, vous pourrez même accuser les proportions respectives de ces ouvertures, tracer les portes et fenêtres le double de leur largeur en hauteur. L'image ainsi faite indiquera bien le nombre de fenêtres, de portes, etc., qui se trouvent sur la façade; mais cette image ne vous instruira en aucune manière sur la dimension de ces fenêtres et de ces portes. Vous ne saurez cette dimension qu'au moyen d'une échelle de *réduction*.

Le croquis ne donne la dimension aux détails d'un objet que par estimation ou coup d'œil; il se distingue donc du dessin géométral, qui reproduit les détails et l'ensemble au moyen d'une échelle et d'un compas.

Dans l'imitation géométrique, les détails sont mesurés et proportionnés réellement d'après une échelle, et l'on conserve exactement dans la reproduction de l'objet, les mesures et les proportions qui lui sont propres. Supposons qu'il s'agisse de lever géométriquement la façade principale d'un bâtiment. Cette façade a 12 mètres de longueur et 5 mètres de hauteur, reportez ces nombres sur le croquis ou brouillon que vous aurez fait sur le papier, chacun à sa place respective et les exprimant en chiffres. La figure ci-jointe est trop petite : elle doit être au moins de huit à dix fois plus grande : mais sa petite dimension suffira à notre démonstration. La

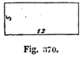


Fig. 370.

façade a de plus six fenêtres et une porte; cette dernière est au milieu de la façade et de chacun de ses côtés sont pratiquées trois fenêtres. On mesure la dimension de la porte et des fenêtres; la porte a 1^m, 25 de largeur et 2 mètres d'élévation. Chacune des fenêtres a 1 mètre de largeur et 2 mètres d'élévation; du sol à l'appui des fenêtres on trouve qu'il y a un mètre, que d'une fenêtre à l'autre il y a 0^m, 60, que l'écoinçon ou le plein entre la dernière fenêtre et l'angle de la façade a 1^m, 35, etc. On note toutes ces mesures soit sur du papier ou dans un calepin (recueil de notes), ou sur le brouillon fait à main levée. Alors de la somme de ces mesures on peut porter une appréciation exacte sur la dimension réelle et les proportions ou rapports des parties et détails entre eux.

Cette manière de représenter un objet de construction est toujours insuffisante. On demande une image exacte, mathématique de l'objet mesuré et levé, comme on dit en termes d'architecture, afin d'avoir non-seulement par le coup d'œil une idée de la dimension et de la proportion des détails de cet objet, mais on demande encore la mesure propre ou spécifique des détails en question, leurs proportions et rapports entre eux par le dessin, sans avoir vu l'original. C'est ainsi que des monuments situés dans des pays éloignés de nous sont mis sous nos yeux au moyen de plans, coupes et façades levés, mesurés et rapportés proportionnellement en se servant d'une échelle ou mesure adoptée.

Il y a même plus : on exige par les dessins géométriques, faits à l'échelle, de représenter un objet quelconque qui n'existe point encore, mais qu'on doit exécuter.

Après ces explications nécessaires, nous arrivons enfin au moyen matériel qui met à même de tracer sûrement l'image géométrique d'un objet quelconque, objet qui existe déjà ou qui doit être créé. Ce moyen est l'*échelle de réduction*. Par l'usage de cette échelle, toute personne sera capable de placer sur le papier toutes les portions d'une œuvre dans les dimensions et les proportions que ces portions ont effectivement quand elles existent ou lorsqu'elles seront exécutées. On aura encore l'idée exacte de la liaison de ces portions pour faire un ensemble complet.

Or, comme le dessin en question ne peut être qu'une image réduite en plus petit de l'objet reproduit, que, par exemple, le plus petit bâtiment ne peut être représenté dans sa grandeur naturelle sur une feuille de papier, il tombe sous le sens que l'échelle tracée sur le papier ne peut être celle au moyen de laquelle le bâtiment a été mesuré en nature. Ce qui dans la réalité ne mesure que 2 centimètres, admettons, aura sur l'échelle du papier 30 centimètres et peut-être même plus. Il faut bien comprendre que 30 centimètres de la grande échelle ou mesure avec laquelle nous mesurons les objets dans la réalité sont également 30 centimètres de notre échelle sur le papier, et qu'un bâtiment de 10 mètres de longueur a également 10 mètres de longueur sur le papier, lorsqu'il est tracé d'après l'échelle de réduction. Enfin, cette échelle de réduction est une longueur conventionnelle avec des subdivisions.

Nous nous expliquons. On peut prendre sur un mètre du commerce 10 centimètres, et dire que ces 10 centimètres, formeront 10 mètres pour le dessin que nous voulons tracer. Chaque centimètre sera pour nous un mètre et chaque millimètre, sera pour nous 10 centimètres. Si l'on prend 20 centimètres pour en faire une échelle de 10 mètres, 2 centimètres seront pour nous un mètre et chaque millimètre sera pour nous 5 centimètres. Si l'on prend 5 centimètres pour faire une échelle de 10 mètres, chaque mètre sur notre échelle aura 5 millimètres de longueur, et chaque millimètre représentera 20 centimètres. Comme la mesure du commerce, nommée *mètre*, contient 100 divisions nommées centimètres, que la longueur que nous prenons sur une ligne tracée en haut ou en bas de notre papier représente en petit ce même mètre également divisé en 100 parties, il est évident que si nous mesurons dans un bâtiment une longueur de 8 mètres 50 centimètres et une seconde mesure de 3 mètres, que nous reportions ensuite sur notre dessin les 8^{m},50 et les 3 mètres à leurs places respectives telles qu'elles sont au bâtiment mesuré, ces deux mesures seront dans la même proportion qu'elles ont dans le bâtiment, elles seront seulement infiniment plus petites. L'échelle de réduction sert donc à tracer un objet quelconque dans une dimension réduite, tel que cet objet se présente ou se présentera

réellement dans la nature et cela dans toutes ses proportions respectives. Ainsi, pour nous servir des mesures indiquées plus haut, on dira, si l'on prend un centimètre pour mètre : l'objet représenté avec cette mesure de convention sur le papier sera cent fois plus petit que ce qu'il représente ou ce qu'il devra représenter. Si l'on prend deux centimètres pour en faire un mètre, l'image sera cinquante fois plus petite que la réalité. Si l'on prend 5 centimètres pour 10 mètres, ce qui fera 5 millimètres pour mètre, l'image sera deux cents fois plus petite que la réalité.

Il nous reste à parler de l'établissement de l'échelle de réduction.

Règle pour établir l'échelle de réduction.

Tirez une ligne droite sur le bas du papier, sur lequel vous voulez tracer un dessin de construction. Divisez avec le compas cette ligne en autant de parties égales que vous le jugerez convenable, et, aux points que marquera le compas, tracez des petites lignes verticales et placez-y des chiffres ainsi que le montre notre figure. Le ponctué de notre figure indique la prolongation arbitraire de la ligne sur laquelle est construite l'échelle; elle peut contenir, 7, 8, 9 ou 10 divisions de plus, semblables à celles de 0 en 1, de 1 en 2, de 2 en 3; supposons que la longueur 0 en 1 doive représenter un mètre. Divisez d'abord cette longueur en deux parties égales, ensuite chacune de ces parties en cinq; vous aurez dix parties de 0 en 1 et vous adopterez une de ces parties comme représentant dix centimètres, par la raison que vous avez dix parties et que 10 fois 10 font 100, nombre des centimètres contenus dans un mètre. Supposons maintenant des figures au bas desquelles se trouve notre échelle, soit 1° un carré *abcd*. Supposez que ce carré représente une construction, une guérite. Vous voulez savoir quelle est sa dimension. Prenez avec le compas la profondeur *ad*, portez-la sur votre échelle de 0 sur la

1 2 3

Fig. 371.

d c a b

Fig. 372.

ligne à votre droite. Vous trouverez que cette guérite a $1^m,50$ sur la face *ad*. Pour vous assurer de sa mesure en longueur vous opérerez de même en prenant *ab* et en portant cette longueur sur l'échelle : vous trouverez une longueur identique à celle de *a* en *d*, et vous savez que la figure *abcd* est un carré (ne pas confondre un carré qui a ses 4 faces égales, avec un rectangle qui a bien 4 angles droits mais seulement les faces opposées égales). Voulez-vous savoir quelle est la dimension du triangle *efg*, prenez avec votre compas *eg*, portez-le sur l'échelle de 0 sur la ligne à votre droite; vous trouverez que le côté *eg* a $2^m,00$ de longueur. Prenez ensuite le côté *ef*, vous trouvez qu'il a $1^m,03$ de longueur; prenez ensuite le troisième côté *fg* du triangle ou l'hypoténuse, vous trouvez $2^m,25$.

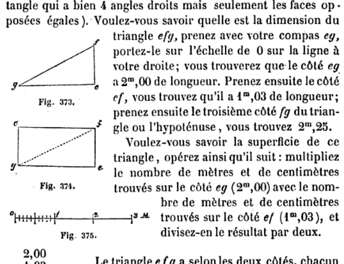


Fig. 373.

Fig. 374.

Fig. 375.

Voulez-vous savoir la superficie de ce triangle, opérez ainsi qu'il suit : multipliez le nombre de mètres et de centimètres trouvés sur le côté *eg* ($2^m,00$) avec le nombre de mètres et de centimètres trouvés sur le côté *ef* ($1^m,03$), et divisez-en le résultat par deux.

```
  2,00
  1,03
  ----
  6,00
2,00
------
2,0600 |2
       |----
       |1,03
```

Le triangle *efg* a selon les deux côtés, chacun de 2,00 et 1,03 de longueur, 1 mètre 3 centimètres de superficie.

C'est de cette manière qu'on peut mesurer toutes les figures au moyen de l'échelle de réduction, et c'est encore ainsi, en sens inverse, qu'on peut construire toutes les figures dont les dimensions sont données, en se servant de l'échelle en question. Ainsi, supposant l'échelle de la fig. 373 donnée : on demande de tracer un rectangle d'après cette échelle, dont la base ou le plus long côté doit avoir $2^m,00$ (nous prenons à dessein les mêmes mesures employées plus haut), et le côté vertical $1^m,03$ de longueur. Tirez une ligne droite horizontale *ge*,

prenez avec le compas $2^{m},00$ sur l'échelle et reportez cette mesure sur la ligne *ge* de *g* en *e*. Pour prendre ces $2^{m},00$, placez une pointe du compas au point 0 et ouvrez-le jusqu'au point 2. Élevez sur les points *e* et *g* deux perpendiculaires et prenez avec le compas 1 mètre 3 centimètres que vous reporterez sur les deux perpendiculaires *gc*, *ef*, en mettant le compas sur *e* et le portant jusqu'au point *f*. Faites en autant de l'autre côté et tirez ensuite la ligne *cf*. La figure *gefc* sera le rectangle demandé. La superficie de ce rectangle sera de $2^{m},06$ puisqu'il est le double du triangle *efg* de la figure 373. Ces $2^{m},06$ ont été trouvés dans l'exemple de calcul fait plus haut, en multipliant le grand côté par le plus petit.

Le cas peut se présenter où l'échelle doit être dans une grande proportion, afin qu'on puisse, s'il était utile et nécessaire, y voir les centimètres pour pouvoir prendre des centimètres avec le compas et les reporter sur le dessin à tracer. Et au contraire, le cas peut se présenter où les centimètres ne peuvent être appréciés qu'à l'œil. Dans le premier cas il y a une manière particulière de construire l'échelle.

0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 60 70 80 90 100
a b

Fig. 376.

Supposons que l'échelle fig. 376 doive représenter un mètre. Divisez la longueur de la ligne *ab* en deux parties égales; chacune de ces parties sera 50 centim. Divisez encore ces deux parties en deux; chacune de ces quatre divisions vous représentera la valeur de 25 centimètres. Divisez ensuite chacune de ces quatre divisions en cinq parties égales, qui représenteront 5 centimètres. Divisez enfin une de ces 20 parties en cinq, qui vous représenteront un centimètre. A cause de l'exiguïté de notre format, nous n'avons représenté sur notre échelle qu'un mètre. On peut prolonger vers la droite la ligne *ab* et y marquer la quantité de mètres qu'on jugera nécessaires, et sur cette prolongation on reportera la longueur *ab* qui représente le mètre.

Mais les 20 divisions sur la ligne *ab* de la fig. 376 peuvent aussi

représenter 20 *mètres*. Alors chacune des cinq divisions de 0 en 5 représentera 20 centimètres. Dans ce cas les centimètres se jugeront à l'œil ou approximativement, s'ils ne forment pas un nombre rond qui tombe sur une des quatre petites lignes verticales; car chaque espace contenu entre les petites verticales marquées de 0 en 5, représente 20 centimètres comme nous l'avons dit. Si la pointe du compas, placé au point 30, ce qui représentera 5 mètres de 30 à 5 sur l'échelle, tombe au milieu de la seconde petite division en partant du point 5 et allant à gauche, vous aurez une mesure de 5m,30; si la pointe du compas tombe au milieu de la quatrième division, vous aurez une mesure de 5m,70. Mais si la pointe du compas tombe dans des longueurs qui ne sont pas marquées sur l'échelle et qui ne sont pas des moitiés des petits espaces de 0 à 5, il faut les évaluer par approximation ou à l'œil.

Par la même raison la ligne *ab* peut aussi servir pour représenter 4 et encore 5 mètres. Dans le premier cas nous aurons 1 mètre de 0 à 25, deux mètres de 0 à 50, 3 mètres de 0 à 75 et le quatrième mètre de 75 à 100. Dans le second cas nous aurons un mètre de 0 à 20, deux mètres de 0 à 40, trois mètres de 0 à 60, quatre mètres de 0 à 80, et le cinquième mètre de 80 à 100. Si la ligne *ab* est prise pour quatre mètres, les 5 divisions de 0 à 5, de 5 à 10, de 10 à 15, de 15 à 20, de 20 à 25, représenteront chacune 20 centimètres, et chacune des petites de 0 à 5, 4 centimètres. — Si au contraire la ligne *ab* était prise par cinq mètres, les cinq divisions de 0 à 5 représenteraient chacune 5 centimètres, et la distance de 0 en 5 vaudrait 25 centimètres.

Il s'ensuit donc de tout ce que nous venons de dire, qu'on peut prendre une longueur arbitraire quelconque pour en faire une mesure, et que tout dessin, plan, coupe ou élévation faits ou dressés selon cette mesure et ses subdivisions, sera en rapport réduit, mathématique et proportionnel avec un objet qui existe et qui a été mesuré, ou avec un objet qui n'existe pas encore et qui doit être créé. Le dessin fait d'après l'échelle est un *patron* d'une petite dimension dans une proportion quelconque avec la réalité passée ou future.

Mais on n'a pas l'usage en construction de se servir pour établir une échelle, de prendre une longueur arbitraire. On

prend une certaine division du mètre pour cette longueur, soit un centimètre, soit cinq centimètres, soit un ou plusieurs millimètres pour représenter un mètre. Si le centimètre est pris pour mètre, l'objet représenté par le dessin sera $\frac{1}{100}$ de ce que cet objet est ou sera en réalité. Si cinq centimètres sont pris pour faire un mètre, le dessin sera $\frac{1}{20}$ de l'objet réel ou à créer, et si l'on ne prend que deux centimètres pour mètre, il sera de $\frac{1}{50}$ et ainsi de suite.

Toute personne qui fait construire et qui veut avoir conscience de ce qu'elle fait, doit pouvoir lire le langage de la construction, qui n'est autre que les dessins faits à l'échelle de réduction, dessins qui comprennent des plans, des coupes, des élévations et des détails de l'ensemble, destinés à mieux les faire saisir aux ouvriers, parce qu'on trace ces détails avec plus de correction sur une grande échelle que dans les plans, coupes et élévations générales.

Après avoir expliqué ce que c'est qu'un plan, nous devons expliquer ce que c'est qu'une *coupe*. La coupe est la représentation d'un bâtiment coupé en deux verticalement, soit en longueur, soit en largeur, et dont on aurait enlevé la moitié ou partie antérieure, ou celle qui est la plus rapprochée du spectateur. Le plan ne donne qu'une section horizontale, tandis que la coupe nous offre une section verticale ou perpendiculaire. On comprendra aisément que le point choisi pour pratiquer la coupe d'un bâtiment, est arbitraire et à la volonté de l'architecte ou du constructeur. Il est d'usage de supposer un bâtiment coupé au milieu, mais quelquefois aussi on n'en enlève que les murs de face en sorte qu'on aperçoit l'intérieur des pièces, l'épaisseur des murs de refend et celle des cloisons tel qu'on peut le voir dans la figure 389, page 519.

Si la coupe se fait en longueur du bâtiment, cette coupe est dite *longitudinale;* si elle est faite en travers, elle est dite *transversale*. Pour un seul et même bâtiment on fait quelquefois les deux coupes, afin de mieux faire comprendre aux ouvriers ce qu'on a l'intention d'exécuter. Dans la coupe longitudinale, la section est censée être parallèle à la façade principale ou d'honneur; dans la coupe transversale, la section est réputée parallèle aux faces latérales ou de côté.

La coupe n'est pas à la rigueur essentielle ; le plan et le dessin des façades, nommées élévations en terme technique, suffisent. Le plan indique le nombre et la position des portes, des cheminées, des niches, etc.; la façade indique la hauteur des fenêtres : quant à celle des portes et des niches, on peut l'indiquer en marge du plan. Si l'on conçoit l'inutilité de la coupe, il faut avoir soin d'indiquer la hauteur du rez-de-chaussée et des étages depuis le sol jusqu'au plafond, en marquant aussi l'épaisseur des planchers.

Il nous reste maintenant encore à parler de la façade. Elle représente par le dessin les faces extérieures d'un bâtiment, comme son nom l'indique, ainsi que tous les détails qui s'y trouvent. Elle montre les perrons, les portes d'entrée, les fenêtres, à quelle élévation seront placés les cordons et la corniche, quelle sera la hauteur du toit et des tuyaux de cheminées, les lucarnes et un fronton s'il y en a, etc., etc. La façade est donc une image de ce que sera le bâtiment à l'extérieur quand il sera élevé et achevé, depuis le sol jusqu'au faîte. Mais comme un bâtiment a plusieurs façades, on fait le dessin de chaque façade particulière, à moins qu'il n'y en ait qui se ressemblent ou qui soient identiques entre elles.

Il n'est question ici, bien entendu, que de dessins nommés *géométraux,* dont toutes les lignes horizontales sont parallèles, et dans lesquels on n'admet pas d'horizon ni de point de distance. Dans les dessins géométraux, les objets ne fuient pas comme dans les dessins en *perspective* dans lesquels on peut voir deux faces d'un édifice ou d'un bâtiment quelconques, et dans lesquels des corps ou des ouvertures de même dimension diminuent à mesure qu'ils s'éloignent de la vue, comme cela a lieu quand nous nous plaçons à l'angle d'une colonnade, par exemple. Dans le dessin géométral, l'œil est censé être de niveau et à la même hauteur avec tous les objets vus, ce qui n'a pas lieu pour les dessins en perspective, où le spectateur est réputé embrasser tous les objets d'un seul et même point de vue.

Il faut donc ne pas confondre les dessins géométraux avec les dessins perspectifs, c'est-à-dire les dessins de construction ou d'architecte avec les œuvres pittoresques des peintres qui

ne peuvent être d'aucune utilité aux ouvriers de bâtiment ou constructeurs.

Du dessin des projets.

Le tracé d'une esquisse ou d'un brouillon est la première opération à faire pour exécuter le programme écrit. Il s'agit de traduire ce programme dans la langue des constructeurs. Cette esquisse ou ce croquis ne consiste que dans le tracé à main libre de simples lignes servant à indiquer les distributions du bâtiment. Ensuite, dans cette esquisse, on ne tient aucun compte de l'épaisseur des murs, de la dimension des portes et fenêtres et d'autres détails; on ne s'astreint pas non plus rigoureusement aux proportions, car il ne s'agit, au moyen de l'esquisse, que de se rendre compte de la juxtaposition des pièces et du plus ou moins de convenance de leur liaison. Il ne faut pas s'en tenir à une seule esquisse. Il faut en faire plusieurs, en changeant la position des pièces entre elles. Si vous êtes presque satisfait d'une de vos esquisses, calquez-la sur du papier végétal ou tout autre papier transparent, et sur ce calque étudiez plus commodément les modifications que vous aurez conçues. Votre brouillon doit contenir la *figuration* des murs et de leur direction, la position des chambres, salles, corridors, etc., etc., la disposition de l'escalier ou des escaliers s'il y en a plusieurs, l'indication des portes et des fenêtres, et l'on écrira en chiffres la longueur des pièces sur leur longueur, et leur largeur.

Supposons qu'il s'agisse de tracer le croquis d'une maison de 16 mètres de longueur sur 12 de profondeur. Cette maison sera isolée et pourra tirer du jour sur ses quatre faces. Indépendamment du rez-de-chaussée, elle aura un premier et un second étage. Elle sera habitée par un homme de moyenne fortune avec sa famille; elle doit être d'une grandeur moyenne, offrir un vestibule, trois pièces et une cuisine au rez-de-chaussée, quatre pièces au premier étage, deux grandes pièces et quatre petites au second.

Tracez sur le papier un rectangle, à peu près dans la proportion de 4 de longueur sur trois de profondeur (ces nombres sont donnés en simplifiant ceux de 16 et 12, 4, dans 16, 4 fois;

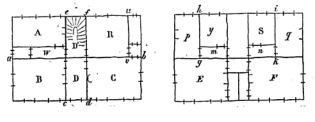


Fig. 377.

4 dans 12, 3 fois). Prenez ce rectangle pour y tracer la distribution du rez-de-chaussée. Car c'est par le rez-de-chaussée qu'il faut commencer le plan d'une maison ou de tout bâtiment quelconque. Sur la façade, on veut avoir un vestibule D, et, de chaque côté de ce vestibule, deux pièces d'égales dimensions, B, C. Ces deux pièces doivent avoir leur entrée sur le vestibule et être éclairées par trois fenêtres, dont une sur la façade latérale. La profondeur des deux pièces B, C, doit avoir la moitié de la profondeur totale de la maison, et pourra être figurée par la ligne *ab*, qui sera parallèle à la façade. Tracez au milieu du rectangle et d'équerre sur la façade les lignes *ce*, *df*, qui donneront l'espace D pour le vestibule.

Le rez-de-chaussée, ainsi tracé, vous servira aussi pour les deux étages supérieurs; car il est de règle de faire monter les murs et pans de bois ou cloisons en briques d'aplomb depuis le rez-de-chaussée jusqu'au plancher du comble et de ne pas faire (que dans certains cas exceptionnels) de porte-à-faux, c'est-à-dire de pans de bois ou cloisons en brique portant sur le vide. Nous venons de parler de cas exceptionnels dans lesquels on met des distributions sur le vide. Il ne s'agit pas de pans de bois ni de cloisons en brique, mais de cloisons en menuiserie qui ont peu de poids et qui ne font pas fendre les plafonds qui se trouvent au dessous. Quand un pan de bois est absolument indispensable en porte-à-faux, il faut chercher par une combinaison, dans laquelle s'emploiera le fer, de le lier à la charpente du comble pour soulager le plancher sur lequel il pose. Un charpentier un peu intelligent saura s'y prendre

dans la pratique de cette opération. Voyez aussi les fig. 198, 199.

Nous avons dit que, comme les murs et cloisons doivent en bonne construction monter de fond, que, de plus, le rez-de-chaussée est tracé, on aura la même division pour le premier étage. Seulement l'espace directement au-dessus de D n'aura point de porte sur la façade et servira en partie de dégagement aux deux pièces placées sur B et C du rez-de-chaussée. Au second nous avons les deux grandes pièces EF. Quatre autres pour loger des amis, des enfants ou les domestiques, sont demandées. Divisez les deux pièces sur le derrière en deux parties égales, au moyen des lignes *gh, ki*. Mais comme il faut trouver accès aux pièces *p, q,* sans passer dans les pièces *y*, S, tirez à une petite distance de la ligne *gk*, une ligne parallèle à *gk'*, qui formera avec la ligne *gk* les deux couloirs *m, n,* qu'on traversera pour arriver aux pièces *p, q*.

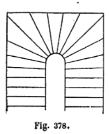
Toute la partie à gauche de la ligne *ce*, fig. 377, est destinée aux caves.

Ensuite, marquez par de petits traits en travers des murs les portes et les fenêtres, ainsi que nous l'avons indiqué sur les façades et sur les murs latéraux; une porte d'entrée principale qui donne accès au vestibule D, une autre porte à gauche et à droite du vestibule pour pénétrer dans les pièces B et C. La pièce R sera la cuisine, dans laquelle, vu sa grandeur, il y aura une cloison *vu*, derrière laquelle sera le garde-manger. Derrière le vestibule D, sera la cage d'escalier, contenant les marches pour monter au premier. Derrière la pièce de gauche B, sera un couloir *w* qui conduira aux anglaises et à la pièce A qui servira de cabinet pour le maître de la maison.

Dans l'axe des deux fenêtres tracées sur la façade, tracez-en de semblables sur le mur de face de derrière pour éclairer la cuisine R et le cabinet de maître A.

L'escalier est à la suite du vestibule sur le même axe. Il s'agit de savoir combien cet escalier doit avoir de marches. Supposons que le rez-de-chaussée ait $2^m,90$ d'élévation, du plancher au plafond; nous aurons l'épaisseur du plancher à ajouter à cette hauteur. Un plancher ordinaire a environ 33 centim. d'épaisseur : $2^m,90$ et $0^m,33$, font $3^m,23$. Une marche

doit avoir $0^m,16$ d'élévation. Pour connaître le nombre de marches qu'il faut pour monter $3^m,23$, il faut chercher combien de fois 16 sont contenus dans 323. On trouvera 20. Il y aura donc 20 marches pour l'escalier en question ; mais il nous reste 3 centimètres qu'il faut diviser en 20 et de ces 20 petites parties il faut en ajouter une à la hauteur de chacune des marches ; on trouvera que ces 3 centimètres divisés par 20 produisent $0^m,0155$, ce qui, ajouté à la marche, ne lui donnera en aucune manière une élévation incommode. Pour arriver en compte rond aux 16 centim. sans fraction, on peut diminuer l'élévation du rez-de-chaussée de 3 centimètres, ce qui lui donnerait de hauteur 2^m 87. La marche dans son giron, ou partie horizontale où l'on pose le pied, ne doit pas avoir moins de 25 centimètres de largeur au milieu ; elle peut en avoir davantage, mais pas au-delà de 35 centimètres. Passé cette mesure l'escalier devient un casse-cou. Puisqu'une des marches est formée par le plancher du haut, nous n'aurons plus que dix-neuf marches. Nous avons dit que ces marches devaient avoir 25 centimètres de largeur : pour connaître le développement de l'ensemble de notre escalier, nous devons multiplier 25 par 19, ce qui produit $4^m,75$. Il faut un palier à cet escalier, de $1^m,25$, qui, ajouté aux $4^m,75$, fera 6 mètres. Comme la maison a 12 mètres de profondeur à l'extérieur, qu'il faut en déduire l'épaisseur des deux murs de face, de chacun 48 centimètres, ce qui fait ensemble 96 centimètres, lesquels déduits de 12 mètres nous laissent $11^m,04$, qu'ensuite nous avons divisé cette longueur en deux parties égales pour y établir le mur de refend *ab*, il ne reste plus que la moitié de la longueur de ces $11^m,04$, soit $5^m,52$, mesure dans laquelle nous ne pouvons pratiquer un escalier d'une volée, puisque nous avons trouvé qu'il avait 6 mètres de développement et que la cage n'en a que $5^m,52$. Il faut donc trouver un autre moyen d'établir cet escalier. On se sert à cet effet de marches tournantes ou non parallèles, ainsi que l'indique la figure 378. Un tel escalier, ayant 19 marches, ne demande qu'un espace de $2^m,37$ de longueur sans compter l'espace qu'on doit laisser en avant de la première marche, et de la cloison qui sépare la cage d'escalier D' de l'antichambre D, en supposant à l'escalier une largeur de 1 mè-


Fig. 378.

tre. Nous indiquerons plus loin la manière de tracer un escalier semblable.

L'escalier conduisant au comble peut être la continuation de l'escalier principal et s'étendre dans la même cage, ou il peut être pratiqué ailleurs, comme dans une des pièces *y* S du second étage. On peut se dispenser de le faire monter de fond.

Quant aux cheminées, celle de la pièce B du rez-de-chaussée peut être placée sur le mur de refend *ce* qui sépare cette pièce du vestibule D, ou bien sur le mur *ab* qui divise la maison en deux parties égales longitudinalement. La pièce A aura sa cheminée sur le mur latéral de droite, et la cuisine la sienne, soit sur le mur de refend *df,* ou sur l'autre refend *ab*. La même disposition des cheminées sera suivie pour les pièces du premier étage et pour celles du second. Il faut apporter un soin particulier à *ramasser* les tuyaux de cheminées, à les grouper ensemble, afin qu'au-dessus du toit elles sortent autant que possible des mêmes corps de tuyaux, ce qui est d'un meilleur effet que de les voir s'élever en trop grand nombre et éparpillées sur la toiture. On comprendra aussi facilement qu'en les groupant, qu'en les ramassant ensemble, il y a encore grande économie.

Les cheminées et leurs tuyaux ne doivent jamais être appuyés contre un pan de bois. Il faut les combiner et étudier de manière à ce qu'ils trouvent toujours un point d'appui contre des murs ou des cloisons élevées en briques. Mais, dans le dernier cas, les tuyaux sont en saillie dans la pièce, ce qui n'est pas d'un bon effet. Quand cela a lieu dans un cabinet, on peut le tolérer; dans une petite pièce accessoire, également. On masque alors la saillie du tuyau en remplissant ce qu'il a laissé vide dans la pièce, par des placards. Mais c'est cependant ce qu'il faut éviter autant que possible, en ayant soin d'élever des murs au lieu de cloisons en brique, là où l'on place des cheminées et leurs tuyaux. C'est un surcroît de dépense à la vérité, mais qu'on est loin de regretter, par la symétrie que ce parti pris donne aux chambres et aux salles.

Mise au net des projets en se servant de l'échelle de réduction.

Les détails du travail dans lesquels nous allons entrer pour la mise au net des projets, ne serviront pas seulement aux dessins qu'on fait soi-même, mais encore à la compréhension de dessins et de projets faits par d'autres.

Pour bien comprendre les dessins qui représentent les objets qu'on veut exécuter, il faut en partie savoir les dresser soi-même. Cette opération en miniature sur le papier est identiquement la même que le tracé sur le sol pour l'exécution définitive, sauf l'étude des proportions.

Il s'agit de la mise au net et à l'échelle de dessins destinés aux ouvriers maçons, charpentiers et autres, sur lesquels sont indiquées les diverses pièces composant une maison, la disposition des portes, des fenêtres, etc. Il s'agit d'un plan de rez-de-chaussée, de ceux des deux étages supérieurs, d'une coupe en longueur et enfin d'une façade.

Pour exécuter ces dessins divers, nous supposerons une maison d'habitation, dont le programme a été étudié et mûri, dont l'esquisse ou croquis est représenté par la figure 377.

Il faut d'abord déterminer quelle est la mesure qu'on prendra pour l'échelle, si l'on prendra pour figurer 1 mètre, *un* ou *deux* centimètres, *cinq* millimètres, etc. Une échelle commode, qui permet d'opérer avec précision, est celle d'un centimètre pour un mètre. Les dix millimètres contenus dans le centimètre (et dont chacun représente 10 centimètres sur votre échelle réduite) vous permettent de prendre avec le compas d'une manière exacte, 10, 15, 20, 25, etc., centimètres sur votre échelle. Quant à 11, 12, 13, 14, ou 22, 23, etc., centimètres, on a l'usage de les prendre à l'œil, par approximation. Un peu de pratique et d'attention feront bientôt arriver à la précision qu'il faut avoir soin de mettre dans l'usage du compas sur l'échelle.

Ayez soin que le papier sur lequel vous voulez tracer vos projets dépasse en tous sens les dimensions du bâtiment que vous représentez, c'est-à-dire prenez une feuille de papier assez grande pour vous laisser des marges au pourtour du

dessin. Cette précaution est encore nécessaire pour que vous n'employiez pas de papier plus petit que la plus longue mesure que vous aurez à prendre sur l'échelle.

Il peut arriver que ce soit au contraire le format du papier qui force à déterminer la proportion de l'échelle. Alors dites par exemple, je laisse dans la longueur du papier 3 centimètres de marge de chaque côté ; ôtez 6 centimètres de la longueur en question, et ce qui reste servira à proportionner l'échelle. Supposons une feuille de papier de 31 centimètres de longueur et 20 de largeur (papier dit pot), ôtez de ces 31 centimètres 6 centim., il restera 25 centimètres. Si votre maison a 16 mètres de longueur, vous pourrez prendre pour unité de votre échelle $0^m,015$ (quinze millimètres) par la raison que 16 fois 15 font 24 centimètres. Il reste de vos 25, un centimètre, dont vous ajouterez une moitié à chaque marge de gauche et de droite. Alors au bas du papier vous tirerez une ligne approximativement plus longue que 24 centimètres, et sur cette ligne, vers son milieu, vous ferez un petit trait vertical de quelques millimètres de hauteur. Ensuite prenez avec votre compas 15 millimètres (qui représentent un mètre), portez-en 5, 6, 7 ou 8 fois la longueur sur la ligne, et, à chaque point que marque le compas, faites également un petit trait vertical. Divisez la dernière division de gauche en dix parties égales et vous aurez les centimètres, car chacune de ces dix petites divisions représentera 10 centimètres de votre échelle.

Pour la mise au net des plans figurés en brouillon dans la fig. 377, nous supposons une échelle de 5 millimètres pour mètre. Cette échelle est un peu trop petite, mais notre format ne nous en permet pas de plus grande. Au reste, les opérations sont les mêmes avec une échelle de 5 millimètres ou d'un centimètre pour mètre.

Tirez une ligne horizontale sur le papier à une distance telle du bord du bas, qu'il reste une distance au-dessus de cette ligne assez grande pour y tracer la profondeur de la maison. Cette première ligne représentera le pied d'une surface verticale qui sera la façade principale. A l'endroit de cette ligne et au milieu du papier, élevez une ligne perpendiculaire à votre première ligne tirée parallèlement au bord du papier. Prenez

sur votre échelle 8 mètres et marquez ces 8 mètres à droite et à gauche en mettant la pointe du compas sur l'intersection de la ligne horizontale avec la ligne verticale ou perpendiculaire. Aux deux extrémités de la ligne horizontale où aboutiront les 8 mètres, tirez deux autres lignes verticales, qui représenteront les deux faces latérales ou en retour de la maison. Prenez ensuite 12 mètres, portez-les sur les deux lignes verticales, pour déterminer la profondeur de la maison. Des deux points de droite et de gauche où aura abouti la pointe de votre compas, renfermant 12 mètres entre ses deux branches, tirez une ligne droite qui sera nécessairement parallèle à la première ligne tirée, si vous avez opéré avec précision. Doublez ces lignes dans l'intérieur, par des lignes parallèles que vous tracerez à 48 centimètres des premières. Ces doubles lignes donnent l'épaisseur des murs extérieurs et figurent les faces ou parois intérieures de ces mêmes murs.

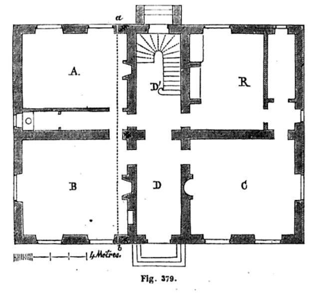


Fig. 379.

Vous avez à tracer les deux murs de refend qui forment les deux côtés latéraux du vestibule D, ainsi que ceux de la cage

d'escalier D'. Supposons que vous vouliez donner 2 mètres 50 centim. de largeur à ce vestibule. Prenez avec votre compas sur l'échelle 1 mètre 25 centimètres, moitié de la largeur demandée; placez ce mètre vingt-cinq de chaque côté de la ligne perpendiculaire du milieu, qu'on nomme l'axe du bâtiment : ces deux mètres cinquante réunis formeront la largeur du vestibule demandée. Aux points où le compas vous indiquera 1 mètre 25 centimètres, en appliquant cette mesure parallèlement à la face principale, tirez deux parallèles à l'axe. Ajoutez-y 48 centimètres en vous éloignant de l'axe pour former l'épaisseur de vos deux murs.

Maintenant, en additionnant les quatre épaisseurs de murs (4 fois 48 centim.) aux 2 mètres 50 centimètres de largeur du vestibule, vous trouverez 4 mètres 42 centimètres. Si vous ôtez ces $4^{m},42$ de votre longueur totale de 16 mètres, il restera 11 mètres 58 centim. dont une moitié forme la longueur des deux pièces B, C : soit $5^{m},79$. Il est clair qu'avant le tracé géométrique vous auriez pu vous rendre compte par le calcul quelle serait la longueur des deux pièces en question. N'oubliez pas que presque toutes les opérations géométriques qu'on fait sur le papier peuvent également se chiffrer, puisque les lignes représentent des nombres.

On aura donc, en défalquant l'épaisseur des deux murs latéraux extérieurs (c'est-à-dire 96 centimètres) de la longueur totale de 16 mètres, $15^{m},04$; c'est ce qu'on nomme une mesure *dans œuvre,* dans l'intérieur d'une construction quelconque.

Si ensuite on soustrait l'épaisseur des deux murs de face longitudinaux de la profondeur du bâtiment, c'est-à-dire 96 centim. de 12 mètres, on aura 11 mètres 4 centimètres de largeur dans œuvre. Nous avons dit que la profondeur de la maison serait divisée en deux parties égales. Divisez-la ainsi avec le compas et tirez une ligne en travers du dessin parallèle à la ligne de façade. Portez à cheval sur cette ligne l'épaisseur du mur qui doit séparer les pièces du devant des pièces situées sur le derrière : soit encore 48 centimètres. Ces 48 centim. déduits des 11 mètres 4 centimètres laisseront un espace de $10^{m},56$, dont la moitié fera la profondeur des pièces B, C, R.

Voilà donc tous les gros murs de votre construction tracés

sur le papier. Pour tracer ce même plan sur le terrain à bâtir, vous procéderez de la même manière, en vous aidant des indications que nous avons déjà données auparavant.

Derrière la pièce B, est établi un corridor pour donner accès aux lieux. Il sera suffisamment large en lui donnant 1 mètre de largeur. Ajoutez en haut de votre mur de refend longitudinal une distance de 1 mètre : tirez une ligne ; marquez au-dessus de cette ligne 16 centimètres pour l'épaisseur de la cloison qui doit séparer le corridor de la pièce A. Donnez 2 mètres de profondeur aux anglaises.

Dans la pièce R, à une distance de 1 mètre 50 centimètres du mur latéral, tracez une cloison également de 16 centimètres d'épaisseur. Cette cloison séparera la cuisine du garde-manger. Tracez une autre petite cloison d'équerre sur la dernière, à 1 mètre 50 centim. de distance du mur de refend longitudinal. Le carré qui en résulte est destiné à la communication de la cuisine R avec la salle à manger C, communication qui ne doit pas être directe, pour éviter les odeurs de cuisine de pénétrer dans la salle à manger.

Voilà donc les murs et les cloisons de distribution tracés, soit sur le papier, soit sur le terrain.

Il s'agit maintenant d'y ajouter les détails, comme portes, fenêtres, cheminées, etc. Commençons par la principale porte d'entrée, donnant accès dans la maison par le vestibule. Cette porte peut être à un vantail ou à deux vantaux. A un vantail on peut lui donner 1 mètre de largeur; à deux vantaux on peut lui donner 1 mètre 25 centimètres, ou enfin $1^{m},40$ de largeur qui est celle des fenêtres. Comme un des deux vantaux reste souvent fermé, on passe aisément dans une ouverture de 62 centimètres. Nous donnons donc à la porte d'entrée 1 mètre 25 centimètres de largeur.

Il faut déterminer la place de la cheminée de la pièce B, que nous nommerons le salon. La place la plus convenable est celle contre le mur de gauche du vestibule. On sait que le salon a 5^{m}, 28 centimètres (moitié de $10^{m},56$ trouvés plus haut) de profondeur. C'est au milieu de cette largeur ou profondeur que doit se trouver l'axe de notre cheminée. Divisez donc la profondeur du salon en deux parties égales, et au point que

vous marquera le compas tirez l'axe en question sur le mur de refend qui sépare le salon du vestibule. Comme vous aurez une niche de poêle à tracer dans la pièce C, que nous nommerons salle à manger, et que cette niche doit être au milieu de cette salle, tirez en même temps que l'axe de la cheminée du salon, l'axe de cette niche sur l'autre mur de refend du vestibule.

Comme vous aurez une fenêtre à pratiquer sur les deux murs de face latéraux, et que la place de ces fenêtres est vis-à-vis de la cheminée et vis-à-vis de la niche, tirez le même axe à travers les deux murs latéraux. Vous aurez ainsi le milieu de ces deux fenêtres.

Supposons que pour le salon il s'agisse d'une cheminée de $1^{m},30$ de longueur. Prenez avec le compas la moitié de cette longueur, soit $0^{m},65$, et reportez ces 65 centimètres de chaque côté de l'axe de cheminée de bas en haut, et de haut en bas. Aux points marqués par votre compas tirez deux petites lignes, parallèles au mur de face. Donnez à la cheminée 30 centimètres de saillie dans la pièce, et donnez-en 20 de face aux jambages (ou petits montants de côté). Prenez la moitié de l'épaisseur du mur de refend contre lequel est adossée votre cheminée, et faites-en le fond du foyer, auquel vous donnerez 60 centimètres de largeur. Tirez ensuite les deux lignes biaises.

N. B. Si cela convenait mieux, on pourrait mettre la cheminée sur l'autre mur de refend, vis-à-vis du mur de façade. Alors on mettrait la porte du vestibule au salon à la place de la cheminée indiquée sur la fig. 379.

En face de la cheminée et sur l'axe tracé, pratiquez une fenêtre de $1^{m},40$ de largeur sur le mur latéral de droite.

Il s'agit maintenant de placer les deux fenêtres du salon sur la façade. On demande un trumeau du milieu et deux écoinçons d'égale longueur. Pour trouver la mesure de ces trois parties pleines de mur, voici comment on s'y prendra. Il faut déduire les vides de la longueur et diviser ce qui reste en trois parties égales. Les fenêtres ont $1^{m},40$, on donne 8 centimètres à l'ébrasement. On aura donc $1^{m},40 + 1^{m},40 + 0^{m},32 = 3^{m},12$. La longueur à diviser est de $5^{m},79$. Défalquez $3^{m},12$ de $5^{m},79$, il restera $2^{m},67$ qui, divisés par trois, vous donneront 89 centimètres pour le trumeau et chacun des deux écoinçons:

Mais nous ne pouvons pas avoir de trumeau de 89 centimètres de largeur, parce que un côté de persiennes ouvert doit se développer extérieurement sur le trumeau. Les deux moitiés forment ensemble 1m,40, largeur des fenêtres. Il faut donc que le trumeau ait au moins 1m,40, afin que les persiennes ouvertes aient de la place pour se loger. Dans une pièce plus longue que la nôtre, qui n'est que de 5m,79, la division en trois de l'espace plein de mur, restant après défalcation des vides, peut se faire pourvu que le trumeau soit assez large pour le développement des persiennes.

Divisez la longueur du salon en deux parties égales ; faites-en de même pour la salle à manger; tracez un axe au travers du mur de face. Prenez sur votre échelle 70 centimètres, reportez-les de chaque côté de l'axe (ces 70 centimètres sont la moitié de la largeur des fenêtres). Prenez 1m,40 que vous reportez à la suite de la mesure précédente, de chaque côté du trumeau. Ce 1m,40 représente la baie ou ouverture des fenêtres. Tirez des petites lignes verticales en travers de votre mur de face, et les fenêtres seront tracées.

Il faut maintenant tracer le tableau et l'embrasure de la fenêtre. Donnez, supposons, 16 centimètres au tableau, le tiers de l'épaisseur du mur. Ajoutez intérieurement 8 centimètres de chaque côté à la largeur de votre fenêtre, et tirez du dehors, de l'intersection de la ligne extérieure de face avec la ligne qui indique la largeur de la fenêtre, les petites lignes biaises, indiquées sur la fig. 380. C'est ainsi qu'on trace les fenêtres dans un plan.

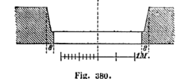


Fig. 380.

Les embrasures des portes se tracent de la même manière.

Il faut déterminer la place de la porte du vestibule au salon. Elle doit se trouver soit à gauche soit à droite de la cheminée. Nous préférons la mettre à droite, afin d'éviter un trop fort courant d'air amené par la porte d'entrée de la maison. Divisez donc l'espace depuis la cheminée jusqu'au mur de refend longitudinal, en deux parties égales; tracez un axe qui sera le

milieu de votre porte. Une porte d'intérieur peut avoir 84 centim. de largeur quand elle est à un battant ou vantail. Prenez la moitié de 84, soit 42, et placez cette mesure à droite et à gauche de l'axe de porte, et vous aurez la baie qui du vestibule donne accès au salon. Faites la même opération pour la porte de la salle à manger.

Si l'on préférait mettre la porte à gauche de la cheminée, il n'y aurait point d'autre empêchement que celui de l'introduction de courants d'air. Pour simuler la porte de l'autre côté de la cheminée, on en établira une qui servira de fermeture à un placard tracé sur le plan fig. 379.

On a demandé de pouvoir sortir du salon sans traverser le vestibule. On a, pour répondre à cette demande, ouvert une porte dissimulée ouvrant sur le corridor qui est situé derrière le salon. Ces portes de dégagement n'ont d'ordinaire que 75 à 80 centimètres de largeur. Il ne faut jamais les placer tout à fait dans l'angle d'une pièce, si c'est possible, mais laisser un écoinçon : celui de notre plan a 25 centimètres de longueur.

Au fond du vestibule, on a ouvert une arcade de $1^{m},50$ de largeur pour donner accès à la partie postérieure de la maison. Cette arcade terminée par un arc à plein cintre (demi-circonférence du cercle) peut aussi se terminer carrément, comme une porte. Elle peut encore contenir des portes vitrées.

A droite du plan, derrière la salle à manger, on a tracé une cloison (en briques) à $1^{m},50$ du mur latéral. Elle sépare le garde-manger de la cuisine. En avant de ce garde-manger on a laissé un petit couloir carré afin de ne pas pénétrer directement de la salle à manger dans la cuisine. Ce petit couloir est éclairé par un œil-de-bœuf ou une petite fenêtre de 60 centimètres de diamètre ou de largeur. Le garde-manger est éclairé et tire de l'air au moyen d'un œil-de-bœuf ou petite fenêtre semblable à celle du couloir.

Les fenêtres de la façade postérieure sont pratiquées sur l'axe de celles de devant. La pièce A aura une cheminée au milieu du mur qui la sépare de la cage de l'escalier D', et une porte ouvrant sur le couloir qui la sépare du salon.

Près de la fenêtre de la cuisine sont placés les fourneaux ; vient ensuite le foyer.

Il faut qu'il y ait une porte d'entrée sur la façade postérieure et dans l'axe de la maison. Cette porte doit avoir au moins 2 mètres de hauteur. Il faut faire attention que le dessous des marches de l'escalier ne vienne pas empêcher l'établissement de la porte. Cherchons donc combien il faut de marches de 16 centimètres de hauteur pour arriver dans l'angle supérieur de droite A de la cage d'escalier D'. Nous avons 2 mètres de hauteur de porte. Convertissons ces 2 mètres en centimètres : soit 200 centim. qu'il faut diviser par 16, hauteur de chacune de nos marches, 200 divisés par 16 font 12. Nous donnons 1 mètre de largeur à l'escalier. Prenez 1 mètre sur l'échelle, marquez cette mesure de chaque côté de la cage, et tirez deux lignes parallèles à l'axe de la maison. Marquez encore la largeur d'un mètre de haut en bas de l'intérieur du mur de face postérieur. Comme vous avez donné 2^{m},50 de largeur au vestibule et que la cage d'escalier porte en largeur la même mesure, il restera pour le jour ou vide de l'escalier 50 centimètres, puisque vous avez donné 1 mètre de largeur à vos marches, mesure qui se répète deux fois, votre escalier se retournant, en montant, vers la direction d'où la première marche est partie.

Vous avez mis 1 mètre sur l'axe de la maison en partant de l'intérieur du mur de face postérieur. Nous avons 50 centimètres de vide d'escalier. Prenez la moitié de 50 centim., soit 25, mettez-les sur l'axe en partant du mètre tracé antérieurement, et faites, avec ces 25 centim. comme rayon, un demi-cercle dont les extrémités rejoindront les deux lignes indiquant l'extérieur de la largeur de l'escalier. Vous aurez alors la limite du vide dans le tournant de l'escalier. Prenez 75 centimètres avec le compas et, du point de centre avec lequel vous avez tracé le petit cercle, tracez-en un plus grand comme vous l'indique la figure 381. Ce grand demi-cercle vous donnera juste le milieu de votre escalier, tant des parties droites que de la partie tournante. Prenez 25 centimètres (largeur des marches

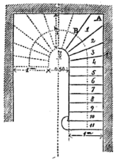


Fig 381.

en travers), et sur la ligne du milieu de l'escalier que vous venez de tracer, marquez, en partant de l'axe, 10 ou 12 fois ces 25 centimètres. Il s'agit maintenant de savoir où doit être placée la première marche du bas de votre escalier. Il faut que la marche le plus près de l'angle de droite A arrive à quelques centimètres plus haut que 2 mètres; comptez donc depuis la marche B combien il vous faut de fois 16 pour faire 200 centimètres (ou les 2 mètres, hauteur de votre porte); vous trouverez 12. Vous devez donc avoir 12 hauteurs de marches, ce qui forme *onze* marches, comme l'indique la figure 381.

Les marches tournantes aboutissent presque toutes au point de centre duquel on a tiré les deux demi-circonférences. Les marches droites sont parallèles. Mais il y a des marches entre celles qui sont parallèles et celles qui en tournant se dirigent au point de centre indiqué, qui *balancent* ou dansent, comme on dit en terme de bâtiment. Ainsi la ligne entre 2 et3, et celle entre 3 et 4, forment le balancement dont nous avons parlé. On fait varier la marche 4, plus large auprès du mur que vers le vide. Il en est de même de la marche 3. On fait varier les marches les plus rapprochées du tournant, au profit des marches tournantes, et cela suivant une progression qui augmente et diminue par degrés insensibles sur les deux portions consécutives du contour semi-circulaire. On tâche que cette progression soit aussi correcte que possible; il faut que l'œil soit conduit insensiblement de la plus large extrémité des marches à la plus étroite, ainsi que le montre la fig. 381.

Les traits indiqués pour l'escalier représentent ce qu'on nomme la *contre-marche* ou partie verticale d'une marche où aboutit le bout du pied.

N. B. On doit pouvoir monter et descendre les yeux fermés ou dans l'obscurité un escalier bien tracé en se tenant au milieu de cet escalier, par la raison qu'au milieu toutes les marches *doivent avoir la même largeur*. Cette règle est invariable.

La largeur d'une marche ou *giron* ne doit pas avoir moins de 25 centimètres, et son épaisseur pas moins de 40 millimètres; autant que possible elle doit être d'un seul morceau. Quant à la contre-marche, son *minimum* d'épaisseur est de 27 millimètres. En France les escaliers se font toujours en chêne;

dans d'autres pays, comme en Angleterre, en Allemagne, on les fait aussi en sapin du nord : en Italie, en bois de cèdre.

Les escaliers peuvent être placés dans une cage carrée, rectangulaire, circulaire, semi-circulaire, elliptique. La règle pour la construction des marches est toujours la même dans ces différentes formes d'escaliers. On appelle *limon* une pièce de charpente droite ou circulaire qui termine l'escalier vers le vide et dans laquelle on assemble les marches de l'escalier. On nomme *faux limon* une pièce rampante posée contre le mur, laquelle ne reçoit pas le bout des marches comme le vrai limon, mais qui est découpée pour en supporter le dessous, et en appuyer les contre-marches.

On nomme escalier à l'anglaise celui dont le limon est recouvert par les marches qui se profilent aussi en retour du côté du vide. C'est celui que nous avons adopté dans nos figures. Dans ce cas, on a soin de réunir les marches par des clefs entaillées dans les joints et serrées par dessous au moyen de chevilles, pour prévenir le relâchement des assemblages.

La fosse d'aisances doit être verticalement en dessous des lieux d'aisances. Dans notre plan une partie de cette fosse est comprise sous le siége et le reste est en dehors de la maison où se trouvera aussi la pierre destinée à être enlevée lors des vidanges. On construit les fosses solidement et elles doivent toujours être voûtées.

Nous avons supposé que le dessus du plancher du rez-de-chaussée est établi à 64 centimètres au-dessus du sol, ce qui nécessite quatre marches, chacune d'elles ayant et devant avoir 16 centimètres de hauteur. Nous avons laissé un palier en avant de la porte d'entrée ; ce palier n'est pas de plain-pied avec le plancher ou carreau du vestibule, il a 2 mètres de longueur sur 80 centimètres de largeur (la partie longitudinale en dehors de la maison). Les deux autres lignes qui le circonscrivent sont les deux autres marches. Pour plus de commodité nous avons établi ce perron de manière à pouvoir monter des trois côtés, en face et sur les deux côtés latéraux. Ces perrons en pierre sont plus légers et par conséquent aussi plus élégants que ce dernier genre de perron que nous avons figuré sur la face postérieure, qui est cependant fréquemment employé. Dans

ce dernier genre de perron on ne monte que de face. Les extrémités des marches sont terminées par deux petits murs, soit en pierre de taille, soit en meulière, soit en bonnes briques dures, qu'on recouvre d'une dalle en pierre pouvant résister à la gelée.

Il va sans dire qu'on peut varier à l'infini la forme, la disposition et les dimensions des perrons qui forment une série sans fin depuis le grand perron ou escalier extérieur de la cour du Cheval blanc du château de Fontainebleau jusqu'aux deux que nous avons indiqués dans notre fig. 379.

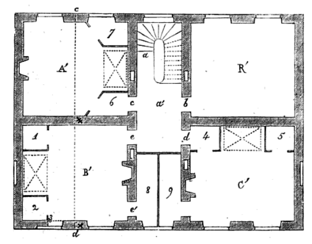


Fig. 382.

Il s'agit maintenant de tracer sur le papier le plan du premier étage. Comme tous les murs de face et de refend doivent monter d'aplomb, on commencera par tracer, comme nous l'avons indiqué pour le rez-de-chaussée, un rectangle indiquant la face extérieure des murs de pourtour; on tracera ensuite l'épaisseur des murs, on établira les deux murs de refend perpendiculaires à la façade, et enfin on mettra à sa place respective le mur de refend longitudinal. Il faut que le tracé de tous ces murs soit identiquement le même que celui qu'on aura fait pour les murs du rez-de-chaussée. Les détails seuls,

comme emplacements des cheminées, des niches, des portes, etc., etc., doivent varier, mais jamais les murs.

Commencez par établir vos fenêtres d'aplomb sur celles du bas; pour cette opération vous n'avez qu'à copier la disposition de ces baies telle que vous l'avez tracée sur le plan du rez-de-chaussée. Copiez ensuite avec une très-grande précision l'escalier.

Vous aurez, comme vous avez eu au rez-de-chaussée, quatre grands espaces et un cinquième au milieu, d'une forme très-allongée. Les quatre grands espaces sont destinés à autant de chambres à coucher. Vous arrivez par l'escalier en *a*, sur le palier *a'*, qui doit desservir les quatre chambres à coucher. A 30 centimètres, dans l'intérieur des quatre pièces, du mur de refend longitudinal, il a été établi quatre portes *b*, *c*, *d* et *e*.

Dans la pièce B' est établie une cheminée sur l'axe de celle du salon B au rez-de-chaussée. On lui a donné la même dimension. A côté de cette cheminée est figuré le tuyau de la cheminée du bas. Contre le mur latéral de gauche est figuré en ponctué un rectangle avec ses deux diagonales. C'est ainsi qu'on indique les lits. Ce rectangle est placé dans une alcôve de 1 mètre 40 centimètres de profondeur et 2 mètres 40 centimètres de longueur. De chaque côté de cette alcôve se trouvent deux cabinets, 1, 2, ayant chacun une porte y donnant accès par la chambre à coucher (B'). Cette distribution, tout en donnant une proportion convenable à la pièce B', offre cependant un inconvénient qu'il faut toujours chercher à éviter. La cloison en profondeur de la chambre, et dans laquelle sont pratiquées les deux portes des cabinets 1 et 2, vient aboutir perpendiculairement à la façade principale au milieu de la dernière fenêtre de gauche, au point 3. On aurait d'abord une demi-fenêtre dans l'angle de la pièce à l'intérieur, et à l'extérieur on serait obligé de figurer une moitié de fenêtre, ce qui ne doit jamais se faire sur les deux façades principales de devant et de derrière. On se permet des fenêtres et des demi-fenêtres feintes sur les faces latérales. Mais, en général, il faut autant que possible éviter en architecture les baies feintes, les choses postiches, qui ne font jamais un bon effet.

Supprimons donc un instant la demi-fenêtre au point 3, et

figurons-la seulement sur la façade à l'extérieur. Il ne nous restera plus qu'une seule fenêtre pour éclairer la pièce B', dont la profondeur est de $5^m,28$; elle a plus de 4 mètres de largeur. Cette pièce ne serait pas assez claire avec une seule fenêtre, laquelle, de plus, ne serait pas au milieu du mur qui la limite sur la façade. Il y aura peut-être des propriétaires auxquels cette disposition pourra convenir. Mais nous supposons qu'on veuille obvier à l'inconvénient que nous avons signalé. Il faut donc avoir recours à une autre distribution. Entrons dans l'espace C' par la porte *d*. Là, nous avons pratiqué une autre alcôve avec deux cabinets 4 et 5, vis-à-vis des deux fenêtres du mur de face. Cette alcôve et ses deux cabinets s'appuient contre le mur de refend longitudinal ou du milieu. La pièce C' reste régulière, elle est plus longue que profonde. Sa cheminée est située sur son axe longitudinal. Tout est bien jusque-là. Mais il a fallu supprimer sur la face latérale la fenêtre qui se trouve au-dessus de celle pratiquée dans la salle à manger du bas, C, en face de la niche. Il a fallu la supprimer, parce que, maintenue, elle ne serait point en face de la cheminée et par conséquent point dans l'axe de la pièce C'. Mais, pour la régularité du dehors de la façade latérale de droite, on a figuré à l'extérieur cette fenêtre, qu'au surplus tout propriétaire qui ne tiendrait pas à une stricte régularité pour la chambre C' pourrait laisser ouverte, surtout si l'on jouissait d'une belle vue de cette partie de la maison.

Si l'on rejetait ces deux distributions, il y en a une troisième à proposer, qui est celle qu'on a figurée dans la pièce A'. L'alcôve est encore au milieu de la pièce avec cheminée en face. En ayant franchi la porte *c*, on entre dans un cabinet 6, qui a la forme d'un trapèze. De l'autre côté de l'alcôve, sur la face postérieure du bâtiment se trouve un autre cabinet 7, l'inverse du cabinet 6, mais construit comme le cabinet 6. Au moyen de cette troisième manière de distribution, on ne bouche aucune fenêtre sur la façade, on n'y a pas de fenêtre feinte, et la cheminée est placée en face de l'alcôve sur l'axe de la pièce; elle est à la vérité éclairée par une seule fenêtre, moins de travers toutefois dans la pièce que par la distribution proposée dans la chambre B', sur le devant.

Si l'on ne voulait pas d'alcôve, on aurait quatre chambres à coucher comme celle en R', dont deux sur le derrière sans, et deux sur le devant avec cabinets. Le dessus du vestibule D offrirait l'espace nécessaire pour établir les cabinets 8 et 9, séparés du palier par une cloison légère, et l'un de l'autre également par une cloison, comme on l'a indiqué sur le plan fig. 382.

Les deux tuyaux de cheminée figurés à droite et à gauche de la cage d'escalier dans les deux murs de refend sont (celui de gauche de la cheminée de la pièce A) ceux des cheminées du rez-de-chaussée (celui de droite du foyer de la cuisine R).

Nous avons maintenant à nous occuper de la mise au net du second étage. Comme nous avons dit que les murs extérieurs et les murs de refend s'élevaient verticalement les uns sur les autres dans l'élévation totale du bâtiment, nous pouvons reproduire tous les murs du plan du rez-de-chaussée, tant de faces que de côtés et de refend. Les mesures seront donc absolument les mêmes pour les quatre grandes pièces et la cage de l'escalier. Quant à l'escalier, il sera aussi identiquement le même que celui qui mène du rez-de-chaussée au premier étage, puisque, pour ne pas compliquer les opérations, nous avons

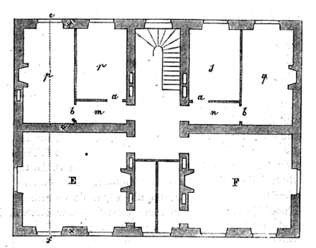


Fig. 383.

supposé que le rez-de-chaussée et les deux étages auraient la même hauteur. Commencez par reporter sur votre deuxième étage l'axe de vos fenêtres et de vos cheminées; déterminez-en la largeur et faites la pièce E égale à la pièce B du rez-de-chaussée. La pièce F sera égale à la pièce E, mais en sens contraire.

On a demandé quatre pièces plus petites, pour les amis et les enfants ou domestiques. Divisez d'abord chacune des grandes pièces sur le derrière (au-dessus de A' et R') en deux parties égales, transversalement, et, sur la ligne d'axe que vous tracez, placez une cloison indiquée par deux petites lignes parallèles, distantes l'une de l'autre de 7 centimètres, mesure que vous estimerez à l'œil sur votre échelle, qui est trop petite pour que vous preniez ces 7 centimètres avec les deux pointes de votre compas. Ces deux cloisons sont représentées dans le croquis par les deux lignes *hg* et *ik*, fig. 377. Maintenant il s'agit de tracer le couloir *m* et le couloir *n*, afin de passer par *m* dans la pièce *p* et par *n* dans la pièce *q*. Prenez avec le compas $1^m,20$ et reportez cette mesure de la ligne supérieure du mur longitudinal de refend, verticalement, pour former la largeur des couloirs, et tirez une ligne parallèle audit mur. Maintenant mettez 7 centimètres pour l'épaisseur des cloisons et tirez une autre parallèle à la première. Cette cloison de droite et de gauche ne doit pas se continuer au-delà de la largeur des pièces *r* et *s*. Autrement ils rapetisseraient les deux pièces *p* et *q*, ce qui est inutile. Sur la cloison transversale vous établirez les deux portes *aa* à la distance du mur de refend que vous jugerez convenable; dans notre figure elle est placée à 20 centim. de ce mur. Au bout des deux couloirs vous établirez les deux portes *bb*, qui donnent accès dans les pièces *p* et *q*, dans lesquelles vous établirez aussi une cheminée.

Quant à la distribution des cabinets des deux grandes pièces sur le devant, elle est la même que celle du premier étage.

Les pièces *r* et *s* n'ont pas de cheminée. Si l'on en demandait, sa place serait contre le mur de refend qui sépare ces pièces de la cage de l'escalier.

Il faut avoir soin de ne pas oublier de marquer les tuyaux de cheminée du rez-de-chaussée et du premier étage, et sur-

tout s'assurer si par la distribution adoptée il y a place pour leur passage d'un étage à l'autre.

Maintenant nous avons à nous occuper de la coupe par laquelle on fait voir aux ouvriers l'intérieur vertical du bâtiment.

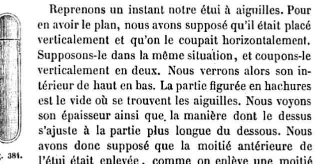


Fig. 381.

Reprenons un instant notre étui à aiguilles. Pour en avoir le plan, nous avons supposé qu'il était placé verticalement et qu'on le coupait horizontalement. Supposons-le dans la même situation, et coupons-le verticalement en deux. Nous verrons alors son intérieur de haut en bas. La partie figurée en hachures est le vide où se trouvent les aiguilles. Nous voyons son épaisseur ainsi que la manière dont le dessus s'ajuste à la partie plus longue du dessous. Nous avons donc supposé que la moitié antérieure de l'étui était enlevée, comme on enlève une moitié de pomme quand on la partage en deux avec un couteau.

Pour faire la coupe d'une maison, on procède absolument de même. On suppose enlevé le mur qui cache derrière lui les pièces, dont on veut montrer une face. On peut couper une maison soit en longueur, soit en largeur. Quelquefois il est utile de donner deux coupes aux ouvriers, une longitudinale, une autre transversale. Mais dans les maisons d'une distribution simple une seule coupe suffit, voy. fig. 389.

Nous avons supposé le mur latéral de gauche enlevé pour dresser notre coupe. Alors, au rez-de-chaussée, nous voyons la face de la pièce B sur laquelle est établie la cheminée : ensuite le couloir entre la pièce B, et la pièce A, cette dernière sur la face où est sa cheminée. Nous avons l'épaisseur des deux murs de face, celle du mur de refend et enfin celle de la cloison qui sépare le couloir de la pièce A. Nous voyons encore la porte *x* qui, de la pièce B, communique au vestibule D, et celle du couloir qui conduit dans la cage d'escalier D'. La porte ponctuée dans la pièce B, est celle du placard ou armoire.

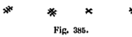
Au premier étage nous avons supposé le bâtiment coupé sur la ligne ponctuée *cd*, fig. 382, et non aussi près du mur de refend que pour le rez-de-chaussée, que nous avons coupé en *ab*, fig. 379. En avançant la ligne ponctuée (*cd*) fig. 382 vers nous, nous avons pu faire voir les deux pans biais de l'alcôve dans la pièce A'.

Sur ces deux pans coupés sont figurées les portes des cabinets 7 et 6.

Enfin au second étage nous avons une pièce identiquement la même que celle du dessous (B'). Mais ce second étage, nous l'avons supposé coupé sur la ligne ponctuée *ef*, fig. 383. A gauche on voit la pièce *p* avec sa porte *b* conduisant au couloir *m*.

Le tracé d'une coupe est facile quand on a dressé les plans, toutes les dimensions horizontales étant données par eux. Voici comment on s'y prendra.

Tracez une ligne sur votre papier assez éloignée de la marge pour pouvoir figurer sous cette ligne la coupe du souterrain. Prenez par exemple 3 mètres sur votre échelle ou plus. Marquez ces 3 mètres sur votre papier en partant du bord. Au point de ces 3 mètres tirez une ligne horizontale qui vous figurera le dessus du parquet du rez-de-chaussée. Sur cette ligne et au milieu de votre papier, élevez une perpendiculaire qui figurera l'axe transversal du bâtiment. Placez sur cet axe, à cheval, le mur de refend qui divise la maison longitudinalement en deux parties égales. Prenez sur votre plan du rez-de-chaussée la demi-profondeur extérieure de la maison et reportez-la de chaque côté de l'axe, et tirez deux lignes verticales parallèles à l'axe, et vous aurez l'extérieur des deux faces principales du bâtiment. Marquez ensuite, en vous dirigeant vers l'axe, l'épaisseur des murs de face de devant et de derrière, que vous savez être de $0^m,48$ d'épaisseur et que vous pouvez prendre sur le plan. Voilà donc nos trois murs établis. Les repères pourront vous guider.


Fig. 385.

Il est bien entendu que, puisque votre rez-de-chaussée et vos deux étages supérieurs ont ensemble, planchers compris, au-delà de 9 mètres d'élévation, vous devez prolonger verticalement les lignes que nous venons d'indiquer, au moins à 10 mètres de hauteur, afin de ne pas être obligé de recommencer l'opération du tracé des murs à chaque étage.

Parallèlement à votre ligne principale, qui indique le dessus du plancher du rez-de-chaussée, vous en tirez une autre à $2^m,90$ que vous prenez sur votre échelle. Cette nouvelle ligne représentera le plafond. Nous avons dit plus haut que l'épais-

seur ordinaire d'un plancher, charpente, enduit et menuiserie compris, était de 0m,33 qui, ajoutés à 2m,90, font 3m,23. Prenez sur votre échelle 3m,23 que vous reporterez de la ligne du plancher du rez-de-chaussée, verticalement, sur votre papier, et au point que marqueront ces 3m,23, tirez une nouvelle parallèle qui représentera le dessus du plancher du premier étage. Répétez cette opération deux fois, vous aurez vos planchers du second étage et du grenier, puisque nous avons admis que les deux étages auraient la même élévation que le rez-de-chaussée.

Il va de soi qu'on peut varier la hauteur du rez-de-chaussée, lui donner par exemple 4 mètres au lieu de 2m,90. On peut aussi donner 3 mètres au premier étage, et notre première mesure de 2m,90 au second. Ces mesures sont arbitraires et dépendent du goût et de la volonté du propriétaire.

On peut aussi augmenter l'épaisseur des murs, leur donner au lieu de 0,48, 55 ou 60 centimètres. Il s'agit des murs de face. Quant aux murs de refend, s'ils doivent contenir des tuyaux de cheminée, il faut leur donner 0m,48 d'épaisseur. S'ils n'ont point de tuyaux de cheminée, on peut les élever de 0,35 à 0,40 d'épaisseur, s'ils doivent supporter des poutres ou des solives de longue portée.

Dans la pièce B à votre droite, tracez l'axe au milieu de cette pièce. Comme toutes les cheminées des pièces B, B, E sont au milieu respectif de ces pièces, tirez l'axe de la cheminée du rez-de-chaussée jusqu'au dernier plancher du haut, afin de ne pas être obligé de recommencer l'opération pour les deux étages. Prenez sur ce plan du rez-de-chaussée la demi-largeur de la cheminée qui sera de 0m,65, si l'on a donné 1m,30 à cet largeur, et reportez ces 65 centimètres à droite et à gauche de l'axe et tirez deux lignes verticales qui figureront l'extérieur des deux jambages *bb* (ou montants latéraux de la cheminée). Prolongez ces lignes au-dessus du plancher

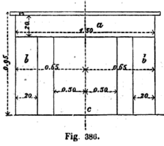


Fig. 386.

des premier et second étages, à environ $1^{m},50$ ou 2 mètres du plancher. Quand vous aurez déterminé la hauteur de la cheminée, pour laquelle nous avons adopté 95 centimètres, portez cette mesure à partir des planchers verticalement, dans la pièce du rez-de-chaussée ainsi que dans celles des deux étages. En contre-bas de cette ligne, tirez-en une autre parallèle, à 3 centimètres de la première, et ces deux lignes horizontales figureront l'épaisseur de la tablette. Tracez dans l'intérieur de la cheminée deux autres lignes verticales à une distance de 30 centimètres de l'axe de la cheminée. L'espace compris entre ces deux lignes figurera le fond du foyer *c*. A 23 centimètres du haut de la cheminée, tracez une autre ligne horizontale parallèle à celles qui figurent la tablette ou dessus de la cheminée, et vous en avez alors tracé la plate-bande horizontale ou traverse *a*.

Fig. 367.

Nous donnons le plan de cette cheminée, mais sur une échelle beaucoup plus petite. M indique l'axe de la cheminée.

Prenez sur le plan l'écoinçon du mur de refend jusqu'à la porte et reportez-le sur votre coupe. Prenez la largeur de la porte, que nous supposons ici de $0^{m},80$, et reportez-la à la suite de l'écoinçon. Faites-en autant du côté de la fenêtre ou mur de face. Donnez à ces portes, dont l'une conduit dans le vestibule et dont l'autre (ponctuée) est celle du placard ou porte simulée, donnez-leur 2 mètres d'élévation.

La largeur de ces portes est également arbitraire. Nous avons dit que nous leur donnions $0^{m},80$, mais on peut leur donner 0,90 si elles sont à un vantail ou battant. Si on adopte la largeur de $0^{m},90$, il faut que leur élévation soit au moins de $2^{m},20$ pour qu'elles aient un aspect convenable à l'œil.

Les portes à deux vantaux ou deux battants peuvent avoir $1^{m},30$ parce qu'on passe habituellement et d'une manière assez commode dans une ouverture de $0^{m},65$: alors il faudra au moins leur donner $2^{m},85$ de hauteur, plus si l'on veut. Il va de soi que des portes de cette élévation ne doivent être pratiquées que dans des hauteurs d'appartements au-delà de

2^m,90. Car une porte qui s'étend en hauteur presque jusqu'au plafond est d'un mauvais effet.

Le constructeur fera bien d'examiner des portes exécutées, et d'en choisir qui pour leur proportion sont à sa convenance. C'est surtout en voyant les choses faites, qu'on peut bien les juger quand on n'est pas architecte. Si une porte exécutée vous semble trop large ou trop haute ou pas assez élevée, prenez un mètre, et, en mesurant la porte exécutée, faites vos modifications selon vos convenances. Mais il faut bien se souvenir que toute porte doit au moins avoir deux fois sa largeur pour hauteur. Il faut aussi autant que possible les placer au milieu des espaces où elles seront à établir. C'est ce que nous avons indiqué dans la pièce B de notre coupe.

Dans la pièce du rez-de-chaussée A, vous tracerez encore un axe au milieu, et vous figurerez une autre cheminée qui pourra être d'une plus petite dimension. A droite on voit aussi la cloison qui est entre elle et le couloir qui longe le mur de refend et qui conduit aux anglaises. Dans le fond du couloir, on voit une porte qui est celle qui mène à la cage de l'escalier D'. Au-dessus de cette pièce A, au premier, nous avons la pièce A'. Les deux lignes verticales indiquent la longueur de l'alcôve. Les deux portes à droite et à gauche sont celles qui conduisent dans les cabinets 7 et 6.

Au-dessus de la pièce B est au premier étage la pièce B'. Les portes de chaque côté de la cheminée ne sont pas dans l'axe de celles du bas (pièce B). La position de la porte *e*, motivée par la distribution de la pièce C', doit se trouver en face de la porte *d*, elle-même placée sur l'axe du cabinet 4, qui, du palier, donne accès à la pièce C'. Nous avons dit que la distribution de cette pièce C' était préférable à celle qui est indiquée dans la pièce B'. En faisant des écoinçons de 20 à 25 centimètres, il y a place pour un encadrement convenable de porte, qui souvent n'a que 10 centimètres de largeur. On nomme écoinçon la partie de mur plein d'un angle à une porte ou à une fenêtre, ainsi que l'indique en *a*, *c*, la fig. 388. L'autre porte *e'* de notre pièce, en étant placée à 20 centimètres

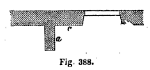


Fig. 388.

de l'intérieur du mur de face, correspond pour la distance du centre de la cheminée, avec la porte *e* de l'autre côté. Si on la rapprochait de la cheminée, elle ne laisserait pas un écoinçon assez étendu pour y placer un meuble. Il faut donc la pratiquer où nous l'avons indiquée, ce qui de plus nous donne une bonne longueur de mur dans le cabinet 8, derrière la cheminée de la pièce B'.

Il faut en général apporter un grand soin à l'emplacement des portes, ne pas donner trop d'étendue aux écoinçons, et surtout ne pas hacher l'étendue des murs, qui alors n'offrent plus assez d'espace pour y placer commodément les meubles.

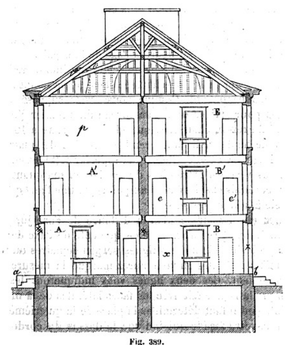


Fig. 389.

Il faut même quelquefois savoir sacrifier un peu de symétrie à la commodité.

Sur nos murs de face, à l'endroit des fenêtres, on voit trois

lignes verticales; celle du dehors représente la face extérieure du bâtiment, celle du dedans, la paroi intérieure du mur, et la troisième, qui est entre elles à une inégale distance, indique le tableau, qu'elle sépare de l'embrasure.

La descente de cave se trouve en dessous de l'escalier du rez-de-chaussée au premier étage.

Quant au comble, nous renvoyons le lecteur à l'explication des figures 211 et 239, pages 313 et 336 de ce volume.

Les deux portions de cintre indiquent la réunion des cheminées pour les conduire dans un seul et même corps.

La façade d'un bâtiment ne peut être tracée ou dessinée que lorsqu'on a arrêté le plan et la coupe dans tous leurs détails. On tracera une ligne horizontale qui figurera le sol. Ensuite on élèvera, au milieu de cette première ligne, une seconde ligne verticale qui figurera l'axe de la façade.

La seconde ligne horizontale sera celle qui indiquera le dessus du plancher du rez-de-chaussée et en même temps le sommet du soubassement. Comme nous avons supposé quatre marches pour arriver du sol au niveau du premier plancher ou celui du rez-de-chaussée, que chaque marche a 16 centimètres de hauteur, il faut prendre sur l'échelle quatre fois 16 centimètres ou 64 centimètres et reporter cette mesure avec le compas vers les extrémités du papier en marquant deux points, et réunir ensuite ces deux points par une ligne qui sera parallèle à la ligne de terre.

Prenez ensuite sur le plan la distance de l'axe jusqu'aux murs latéraux et reportez-la de chaque côté de l'axe de votre façade projetée. Tirez deux lignes perpendiculaires ou verticales aux extrémités où vous aurez marqué la mesure prise précédemment. Ces deux lignes vous indiqueront les deux angles que la façade fait avec les faces latérales de la maison.

Maintenant il faut déterminer la place de la quatrième ligne du bas de votre façade qui indique le dessus du cordon. On voit, dans la coupe, que nous avons donné 40 centimètres de hauteur au petit mur d'appui de fenêtre, à partir du haut des planchers. Prenez 1 mètre 4 centimètres (les 64 du soubassement plus les 40 du mur d'appui) et du sol reportez cette mesure au-dessus, et tirez une ligne qui doit être parallèle à votre

ligne de terre. La largeur des cordons dépend des dimensions de la façade. Celui de la nôtre a huit centimètres de largeur. Prenez cette mesure sur votre échelle et reportez-la en dessous du dessus de votre cordon. Voilà donc le soubassement et le premier cordon de votre façade tracés.

Pour le second cordon, celui qui est en dessous des fenêtres du premier étage, vous prendrez avec votre compas sa distance supérieure jusqu'au sol que vous reporterez de chaque côté de votre façade, et de même pour le troisième cordon, celui qui règne en dessous des fenêtres du second étage.

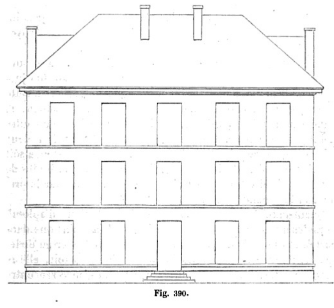


Fig. 390.

Pour avoir la hauteur du dessus de la corniche de couronnement, vous la prendrez également avec le compas sur la coupe en plaçant une pointe sur le sol et l'autre sur le dessus de cette corniche, écartement de compas que vous reporterez verticalement sur la façade en plaçant une pointe de compas sur le sol. Ensuite en dessous de cette ligne supérieure de la

corniche, vous marquerez son épaisseur et les différentes lignes qui simulent les moulures dont elle est composée.

Pour avoir la hauteur du faîtage, vous supposerez la ligne du sol prolongée à travers la coupe et en mettant une pointe du compas sur cette ligne vous prendrez la distance entre cette ligne et le faîtage que vous reporterez sur votre façade.

Quant aux fenêtres, reportez-en les axes respectifs à droite et à gauche de l'axe de la façade et tirez quatre lignes verticales parallèles à cet axe. Prenez ensuite avec le compas 70 centimètres sur votre échelle (70 centimètres moitié de $1^{m},40$ largeur des baies et des fenêtres) et reportez cette mesure à droite et à gauche de l'axe des fenêtres et tirez des lignes verticales jusqu'au dessus de la corniche. Ces lignes indiqueront l'arête extérieure du tableau des fenêtres (voyez page 216, figure 104. et page 504, figure 380).

Pour la hauteur des fenêtres, prenez sur la coupe la mesure à partir du dessus du mur d'appui ou dessus du cordon jusqu'au tableau horizontal ou $2^{m},35$ sur l'échelle; reportez cette mesure sur la façade en mettant la pointe du compas sur la ligne supérieure du cordon et en piquant un point avec l'autre pointe sur le papier. Cette opération doit être répétée deux fois, à gauche et à droite de la façade à une petite distance soit intérieure, soit extérieure de la ligne qui forme la limite de gauche et de droite de la façade. Faites-en autant pour le premier et le second étages.

Quant aux cheminées, elles sortent presque toujours d'aplomb hors des murs de face latérale ou de refend, à moins que dans certains cas on ait trouvé convenable de les dévoyer ou de les réunir. Pour la naissance de la portion hors du toit, elle se prendra sur la coupe, à l'endroit où cette naissance rencontre les chevrons.

La partie du toit appelée *croupe* (voyez page 312, figure 206) doit avoir une pente ou inclinaison semblable à celle des longs pans, situés dans la direction des deux façades longitudinales de face et de derrière (voyez page 316).

Pour tracer le perron, on divisera les 64 centimètres de la hauteur du soubassement en quatre parties égales, ce qui fera quatre marches de chacune 16 centimètres de hauteur. Pour

déterminer leurs extrémités de gauche et de droite, on aura recours au plan, figure 379, page 500, où ces extrémités sont indiquées. On déterminera d'abord la longueur du palier, supposée ici de deux mètres. On reportera ensuite deux fois de chaque côté de ce palier la mesure de 25 centimètres, largeur ou giron de la marche et qui doit toujours être la même que celle donnée aux marches de face ou de devant (voyez page 348 et suivantes).

Des qualités ou propriétés indispensables aux projets de construction.

Le plan d'une construction projetée est la chose essentielle pour tout constructeur. Il faut que son ordonnance et sa distribution soient réfléchies et étudiées. Il faut qu'il y ait dans un plan ce qui est appelé ordre et symétrie réunis en général avec les convenances personnelles et domestiques.

La symétrie n'est autre chose que la proportion et le rapport entre les différentes parties d'un tout. C'est encore un rapport de parité entre la hauteur, la longueur et la largeur des portions destinées à composer un ensemble élégant, gracieux et beau. On dit, par exemple, qu'il y a de la symétrie dans une façade quand non-seulement les portes et les fenêtres sont placées à une égale distance à droite et à gauche d'une ligne d'axe, supposée au milieu de cette façade, mais quand encore les fenêtres de cette façade sont établies toutes sur une même ligne horizontale, à leur base aussi bien qu'à leur sommet.

Plus la construction est considérable, plus aussi doit-on tenir compte de la symétrie, et dans les monuments publics elle est de toute nécessité. Dans les constructions particulières elle est jusqu'à un certain point également de rigueur; mais cependant il y a certains cas exceptionnels où l'on peut s'en affranchir, et cette liberté peut devenir plus large en proportion de l'exiguïté du bâtiment. Il ne faut que peu sacrifier à l'œil de la commodité et des convenances intérieures. Il faut bien avoir ceci présent à l'esprit, c'est qu'on habite une maison à l'*intérieur* et non à l'extérieur. Ainsi un point de symé-

trie, c'est qu'une façade ait la porte d'entrée au milieu, mais si la façade n'est pas très-étendue, il s'en suit qu'on aura non des pièces spacieuses au rez-de-chaussée, mais des pièces petites, ressemblant pour ainsi dire à des cabinets. Pour les habitations de campagne surtout, on doit chercher à donner de l'espace aux pièces et tirer le meilleur parti possible d'une petite superficie.

Malheureusement la symétrie des portes et des fenêtres est devenue un esclavage chez nous. La symétrie a souvent été mise de côté dans les constructions d'Angleterre et d'Allemagne. On a cherché à satisfaire aux convenances des mœurs des habitants, tout en tenant compte d'une sorte de régularité extérieure et destinée à ne pas choquer la vue des habitants et des passants. En France on veut toujours encore imiter dans de petites maisons d'habitation fort insignifiantes l'ordonnance et la symétrie exigées pour les monuments publics de la souveraineté, où les espaces sont tellement grands, où il n'y a que rarement des exigences ménagères et domestiques à ménager, qu'on peut, sans nuire aux affaires qui s'y font, s'astreindre à la symétrie. Tout esprit réfléchi comprendra qu'il est puéril de suivre cette règle dans une certaine catégorie de maisons dans lesquelles la commodité, l'espace et l'air doivent passer avant tout.

Mais la symétrie doit être observée pour la dimension des fenêtres et des portes si de ces dernières il y en a plusieurs sur les façades. Une certaine symétrie est incontestablement un des éléments subordonnés de la beauté; mais, comme nous l'avons dit, elle n'est pas absolue : l'homme de goût sait s'en affranchir et la compenser agréablement.

Un plan est conçu avec ordre et symétrie lorsque les portes et les fenêtres sont placées à une égale distance des murs de refend, lorsque les portes et les cheminées sont établies les unes sur les autres sur les mêmes axes, lorsque les escaliers se trouvent dans la même cage, lorsque leurs révolutions se suivent régulièrement, etc., etc. C'est dans cette conformité des parties d'un édifice et d'une maison d'habitation que l'œil et l'esprit se trouvent satisfaits et ressentent une sorte de contentement. C'est donc encore dans cette conformité que

consistera la beauté d'une construction : il est donc convenable d'en tenir compte dans une mesure relative.

Il y a aussi une symétrie, une proportion *des parties* composant une construction, qu'il faut connaître et dont il ne faut pas se départir. Une ouverture de porte, par exemple, a une symétrie à elle propre pour être commode ou conforme à son but. Ainsi l'usage a prouvé que pour qu'une personne puisse y passer sans gêne, toute porte doit avoir au moins 2 mètres d'élévation; mais il n'est pas nécessaire que sa largeur soit égale à sa hauteur. Comme une largeur de porte égale à la moitié de sa hauteur donne un passage commode, la plus belle proportion à donner à une porte sera que sa largeur soit en proportion avec sa hauteur comme 1 est à 2. L'expérience seule n'a pas révélé cette proportion, elle est encore sentie par l'homme de goût.

On sait que la plus grande quantité de lumière vient d'en haut; si l'on pratiquait une baie de fenêtre plus large que haute, on ferait par conséquent une absurdité, car dans ce cas on irait contre le but qu'on se propose d'atteindre. Il faut donc qu'une fenêtre soit plus haute que large, et comme la proportion de 1 à 2 est agréée par le goût comme belle et convenable, on fera une fenêtre deux fois aussi haute qu'elle est large.

Les proportions des différentes parties d'un bâtiment ont donc leur raison d'être dans la commodité et l'agrément qu'elles procurent. On voit donc encore qu'il serait absurde de ne pas tenir compte de ces proportions dans la construction d'un bâtiment quelconque, et cette prise en considération de l'usage de ces proportions pour ainsi dire naturelles, de cette symétrie ou équilibre dans les lignes et les surfaces dans toutes les parties d'un édifice ou d'une maison, est nommée *eurythmie*, ou mesures correctes, régulières résultant de l'harmonie dans les proportions d'une œuvre d'architecture.

« L'eurythmie, dit Vitruve, est l'aspect agréable, l'heureuse harmonie des différentes parties de l'édifice. Elle a lieu lorsque les parties ont de la justesse, que la hauteur répond à la largeur, la largeur à la longueur, l'ensemble aux lois de la symétrie. »

L'eurythmie est une qualité dans l'art de bâtir qui ne né-

cessite aucune dépense en plus. Cette élégance de formes dans les surfaces et les vides, dans les lignes mêmes, donne une beauté et une grâce qui peut suppléer à la richesse d'ornementation. Si la symétrie est la proportion qui règne entre toutes les parties d'une édifice, et le rapport de ces parties séparées avec l'ensemble, à cause de l'uniformité des mesures, l'eurythmie est l'aspect agréable, l'heureuse harmonie des différentes parties d'un édifice. Elle a lieu lorsque les parties ont de la justesse, que la hauteur répond à la largeur, la largeur à la longueur, l'ensemble aux lois de la symétrie, ainsi que le dit Vitruve.

Il faut donc ne point perdre de vue la symétrie et l'eurythmie dans la composition et l'ordonnance des projets de construction. Il faut s'efforcer de conserver des proportions agréables et une noble simplicité, et ne pas surcharger ni gâter, par exemple, les façades extérieures en y pratiquant des détails bizarres, des ornements inutiles qui n'auraient pas leur raison d'être. Il faut qu'il y règne de la convenance, il ne faut pas qu'on y aperçoive des inutilités, de la présence desquelles on ne pourrait pas se rendre compte. Il faut enfin que les façades laissent pour ainsi dire deviner, par leur caractère, le but ou la destination de la construction.

Ainsi que nous l'avons dit plus haut, ce ne sont pas seulement la symétrie et l'eurythmie qui constituent la perfection d'un bâtiment ou d'un édifice. La perfection consiste encore dans la commodité, la situation et la dimension qui doivent également y concourir. Il ne faut jamais perdre de vue le but de chaque portion, de chaque détail, surtout dans les habitations particulières. Nous le demandons, à quoi servirait une belle maison, avec des chambres et des salles élégantes, à un agriculteur, si les dépendances indispensables pour ses exploitations y font défaut? ou bien que ces dépendances seraient disposées de manière à être incommodes et lui faire perdre un temps précieux?

La maison d'habitation est destinée au séjour du citoyen; il doit y trouver toutes les convenances pour l'exercice de sa profession et la pratique de ses mœurs et de ses habitudes. La plupart de ses exigences dépendent de la commodité du foyer

domestique. De nos jours on ne demande pas seulement que la maison abrite du vent, de la pluie et des autres intempéries des saisons, on ne demande pas seulement des chambres à coucher et d'autres pièces pour le plaisir et les affaires ; mais on demande aussi qu'on puisse y vivre avec ordre et propreté, on demande aussi des dimensions convenables pour les chambres, pièces et cabinets, on exige enfin que chaque chose réponde à sa destination d'une manière satisfaisante. On veut de plus trouver toutes ces exigences réunies dans le plus petit espace possible, ne point perdre de place et ne point faire de dépenses inutiles. Il va sans dire que la maison doit renfermer tout ce qui est indispensable à une famille.

Si le propriétaire est riche ou à son aise, il aimera à recevoir ses amis. Alors il faut une maison plus étendue, des pièces en plus grand nombre pour les loger et leur procurer des plaisirs et des distractions. L'économie domestique s'étend aussi, de son côté, elle demande à être satisfaite. Le maître de la maison pour entrer dans sa propriété se contente d'une simple porte ou veut pénétrer chez lui à travers une porte cochère ou une grille ornée. La cour de l'habitation doit être spacieuse, répondre avec ses dépendances aux besoins de la maison et de l'hygiène ; le bûcher, le four, les écuries et l'étable doivent être placés où l'ordre, la réflexion et la commodité l'exigent. Il faut de bonnes caves où se bonifie le vin, où se conservent les légumes et autres choses se rapportant à la cuisine ou au ménage. Il faut que l'escalier conduise avec facilité et sûreté d'un étage à l'autre, il faut qu'il établisse une communication agréable entre les pièces du bas avec celles du haut. Il faut que la situation des pièces réponde au but qu'elles ont à remplir ; il faut que le salon, par exemple, soit à proximité, à côté même de la salle à manger, et cette dernière à proximité de la cuisine. Si le propriétaire a un bureau ou un cabinet, il faut que ces pièces soient situées au rez-de-chaussée, non loin de la porte d'entrée, afin que les étrangers penètrent le moins possible dans l'habitation, au sein de la famille, qui dans l'antiquité, et surtout en Grèce, était entourée de respect et regardée comme sacrée. Il faut qu'il y ait dans une maison dont le plan est convenable un vestibule spacieux, ou une

antichambre donnant accès à certaines pièces, au cabinet du maître, au salon, à la salle à manger. Il faut que dans un plan bien conçu, il n'y ait point de pièces qui se commandent : on se sert à cet effet de couloirs et de corridors, qu'il faut éclairer par des fenêtres, des œils-de-bœuf autant que possible, ou par des jours pratiqués au-dessus des portes des pièces adjacentes.

Une maison commode et convenable se compose d'habitude d'un vestibule ou d'une antichambre, du cabinet ou chambre du maître, d'un ou de plusieurs salons, d'une salle à manger, de chambres à coucher en nombre suffisant pour loger les membres de la famille ainsi que les amis qu'on reçoit et qui couchent. Ensuite il faut une cuisine avec son lavoir et son garde-manger, une pièce à l'abri de l'humidité pour la conservation des provisions sèches, comme sucre, café, sel, farine, etc. Les chambres de domestiques doivent être établies dans les combles. Nous avons déjà parlé des caves.

Dans les maisons où règne l'opulence, on doit trouver une salle de billard, une bibliothèque, un salon spécial de musique et de danse, destiné en général aux fêtes données aux amis et connaissances. On comprend qu'on peut augmenter à volonté le nombre de pièces d'une maison de quelque importance et que ce nombre répondra aux besoins des habitants. On comprendra encore que la maison d'un riche agriculteur ne peut et ne doit pas avoir la même disposition que celle d'un propriétaire rentier. Les besoins de l'agriculteur sont différents de ceux du rentier. Il faut qu'un fermier puisse surveiller de son habitation les dépendances qui l'entourent. Si le rentier exploite ses biens comme le fermier, il doit comme lui être à même de construire certains bâtiments d'exploitation, connaître l'espace qu'il faut pour loger tant de chevaux, de vaches, de moutons, de voitures et d'instruments aratoires, etc. Il doit savoir former le cube demandé pour emmagasiner telle ou telle quantité de bottes de blé ou de foin, etc., etc.

Toute personne qui veut construire a donc, avant toutes choses, à dresser un programme dans lequel seront consignés tous les besoins avec toutes les convenances. C'est d'un bon programme bien étudié et bien réfléchi que dépendra plus ou moins la commodité comme l'élégance d'une maison. Ensuite,

il ne faut pas trop se presser à exécuter le programme; il faut le reprendre, le revoir, le compléter avant de le convertir en plan dessiné sur le papier. Que la maîtresse de la maison soit consultée pour la situation et la dimension des pièces qui dépendent du service, car c'est à elle qu'en reviendront la surintendance et l'emploi dans la suite.

De l'orientation des habitations particulières.

Quand il s'agit de bâtir une maison d'habitation à la campagne, il faut commencer par étudier avec soin le terrain, il faut en prendre une connaissance exacte, le parcourir en tous sens, se rendre compte de la direction de l'écoulement des eaux pluviales, prévoir la convenance de l'emplacement des bâtiments de dépendances si l'on a l'intention d'en construire, et enfin ne pas négliger l'orientation de la façade principale. En se promenant sur tous les points du terrain on découvrira les points de vue les plus étendus et les plus agréables; car à la campagne ce sont en grande partie les points de vue qui doivent déterminer la position de la maison. On ne doit pas se contenter d'observer la vue, les pieds placés sur le sol : on fera bien au contraire de faire faire un petit échafaudage composé de quelques pièces de bois verticales et biaises et d'un plancher, sur lequel on se placera soit au niveau du rez-de-chaussée ou du premier étage futurs. On pourra alors avancer ou reculer plus ou moins si par exemple le terrain est en pente douce, afin de ne pas s'exposer à des regrets dans l'avenir sur la position malheureuse ou insolite de la maison bâtie, comme cela arrive assez fréquemment quand on se laisse aller à une première et unique impression.

Si l'on doit bâtir dans un village ou au sein d'une agglomération de maisons isolées, il faut s'assurer de l'endroit le plus avantageux pour profiter de la vue au moyen d'une *échappée* à travers les distances qui séparent les maisons voisines les unes des autres. Il faut étudier ces détails et d'autres, afin de bien agir en connaissance de cause, et pour ne pas se repentir plus tard d'avoir procédé avec trop de précipitation.

Si le terrain affecte la forme d'une cuillère, s'il est creux au

milieu, s'il est en un mot concave, ne bâtissez pas au centre si quelque considération vous y engage, sans vous être assuré auparavant des moyens propres à lui donner au contraire une forme convexe, soit par les terres que vous rapporterez des bords au milieu, soit par des terres venues du dehors. Si vous n'obviez pas à l'inconvénient de la concavité du terrain vous aurez une habitation humide et malsaine, comme cela ne se voit que trop souvent, faute de réflexion ou d'examen.

Il va sans dire qu'on peut bâtir une maison de campagne sur le penchant d'une montagne ou d'une colline, où alors le rez-de-chaussée forme souterrain d'un côté et où le premier étage forme rez-de-chaussée de l'autre. Ayez soin alors de vous assurer s'il n'existe pas de filets d'eau sur votre terrain ou dans son voisinage, et n'omettez pas de faire établir sur les trois côtés qui enveloppent la maison un drainage en règle et bien conditionné. Ne lésinez pas dans l'établissement de ce drainage : car si, par une économie mal calculée, on était obligé plus tard de recommencer l'opération, indépendamment du désagrément des travaux de terrasse, qui abimeraient infailliblement les gazons, les plates-bandes, les plantations et même les chemins, on aurait à faire des frais plus considérables que ceux d'un excellent établissement primitif. Ayez encore soin de conduire le drainage dans une direction divergente des deux faces latérales de la maison, et cherchez à conduire encore les eaux dans des puisards beaucoup plus bas que le sol des caves ou du rez-de-chaussée.

A moins que le terrain ne soit très-exigu, il convient en général de ne pas bâtir sur une rue ou une route. On évite ainsi d'abord le bruit et la poussière des passants, et l'on peut sans crainte laisser certaines fenêtres du rez-de-chaussée ouvertes dès le grand matin afin de rafraîchir les pièces qu'il renferme.

A moins que le terrain ne soit sur le versant septentrional d'une montagne ou d'une colline en pente douce, efforcez-vous de placer la façade principale au sud ou au levant. Le sud et le levant sont de bonnes expositions pour un salon et des chambres à coucher, pièces où se passe la plus grande partie de la vie à la campagne quand le temps ne permet pas de jouir du grand air.

Un philosophe de la Grèce a dit, il y a vingt-trois siècles : « Que la commodité d'une maison en constitue la véritable beauté, et c'était donner le meilleur principe de construction ; or voici comment il raisonnait : » Quand on veut bâtir une maison, ne doit-on pas s'étudier à la rendre en même temps agréable et commode ? » Cette proposition étant avouée, « n'est-il pas à désirer, ajoutait-il, qu'elle soit fraîche pendant l'été, et chaude en hiver ? » Ce point lui était encore accordé. « Eh bien, continuait-il, quand les maisons regardent le midi, le soleil pénètre en hiver dans les appartements ; et en été, passant au-dessus de nos têtes et par dessus les toits, il procure de l'ombre. Il faut par conséquent donner de l'élévation aux édifices qui sont au midi, pour que les appartements reçoivent le soleil en hiver, et tenir fort bas ceux qui sont exposés au nord, afin qu'ils soient moins battus des vents froids. En un mot, la plus belle, la plus agréable maison est celle qui fournit la plus agréable retraite en toute saison, et où l'on renferme avec le plus de sûreté ce qu'on possède » (1).

Dans l'orientation des maisons, on néglige assez généralement de les tourner de manière à ce que les pièces le plus longtemps habitées profitent le plus possible de l'action bienfaisante du soleil, dont de nos jours on semble peu tenir compte. Il serait inopportun en ce lieu d'entrer dans des considérations hygiéniques sur l'influence du soleil, sur la santé et la beauté de la race, dont les anciens faisaient grand cas ; mais nous ne pouvons nous empêcher de faire remarquer que la privation du soleil dans certaines contrées, comme dans le canton des Grisons en Suisse, par exemple, dans les vallées où une ombre éternelle couvre pour ainsi dire les populations, a amené des monstruosités physiques et intellectuelles, en donnant naissance et en perpétuant ce qu'on nomme le *crétinisme.*

Qu'on cherche donc en combinant le plan d'une maison de faire en sorte que le salon, les chambres à coucher et surtout celle des enfants soient situés au midi. Réservez le nord pour la salle à manger, la cuisine avec ses dépendances, la salle de bain, etc., etc.

(1) Xénophon, *Mémoires sur Socrate*, livre III, chapitre VIII.

Si le terrain sur lequel on bâtit est planté de grands arbres, tâchez que ces arbres servent à garantir la maison du vent du nord. Les arbres, même en hiver, lorsqu'ils sont dépourvus de leurs feuillages, rendent encore des services en brisant l'action du vent, en empêchant sa force de se manifester en bourrasques et par masses continues.

Il faut donc avant toutes choses s'occuper de la salubrité, et pour cela examiner, ainsi que nous l'avons dit, les différentes expositions et choisir la meilleure pour la maison. Qu'on n'oublie pas non plus que la dimension de cette dernière doit, jusqu'à un certain point, être proportionnée à l'étendue du terrain, et à la campagne à l'étendue des terres ainsi qu'à la fortune et aux besoins du propriétaire. Que de fois à notre époque ne voit-on pas la construction de maisons trop considérables pour les moyens et les exigences de ceux qui les habitent.

Des corniches et entablements.

Les *corniches* sont les saillies profilées pratiquées aux parois extérieures des bâtiments, qui couronnent la partie supérieure de la totalité d'une construction, ou bien certaines de leurs portions seulement. D'autres saillies, appelées également corniches, sont destinées à séparer horizontalement les étages les uns des autres, et en même temps à préserver les murs des eaux de pluie.

La combinaison de moulures horizontales qui termine et couronne le sommet des murs d'un bâtiment est nommée entablement, et celle qui ne couronne que certaines parties, comme par exemple portes, fenêtres, niches, etc., est nommée corniche. On dit cependant indistinctement couronnement et aussi corniche de porte et de fenêtre, et les moulures qui séparent les étages les uns des autres sont appelées cordons.

On doit distinguer dans toute moulure la *saillie* et la *hauteur*. La saillie et la hauteur d'une moulure ou d'une corniche dépendent de la nature des matériaux employés. Il faut que la hauteur d'une corniche soit en harmonie et en proportion avec l'élévation du bâtiment; car elle ne doit être ni trop lourde

ni trop légère, ce qui dans les cas contraires donnerait trop de lourdeur ou trop de légèreté aux façades.

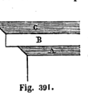
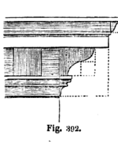


Fig. 391.

Toute corniche de couronnement se compose de trois parties distinctes : 1° d'une partie (A) qui supporte, 2° d'une partie (B) qui abrite et 3° d'une partie (C) qui couronne. Chacune de ces trois parties est composée de moulures planes et curvilignes que le bon goût dispose de manière à ce qu'elles alternent convenablement pour produire un jeu d'ombres et de lumières. Dans la partie qui couronne, la moulure principale devra toujours être légère, curviligne, une doucine, par exemple; dans la partie qui abrite, on aura une forte saillie, le larmier, et enfin dans la partie qui supporte, ou partie inférieure, il faudra pratiquer une moulure curviligne, mais d'une certaine force ou épaisseur, un talon renversé, bien accentué par exemple.

Dans les beaux monuments de la renaissance italienne, les corniches de couronnement ont ordinairement un quinzième de l'élévation totale de l'édifice, et l'expérience a prouvé dans beaucoup de cas qu'une plus grande ou une moindre élévation de l'entablement ne satisfaisaient pas l'œil et le goût du spectateur exercé.

On pratique quelquefois en dessous de la corniche de couronnement, pour les monuments et les maisons particulières, soit en ville, soit à la campagne, ce qu'on nomme une *frise*, portion verticale, ornée de guirlandes, de rinceaux, de bas-reliefs, etc. Nous ferons observer que la frise est comprise dans la dimension que nous venons d'indiquer plus haut.


Fig. 392.

La règle générale pour tracer correctement une corniche d'entablement, c'est de faire saillir le larmier de la longueur d'un côté du carré tracé du bas de la corniche jusqu'à la partie inférieure du larmier, ainsi que l'indique la fig. 392.

Le larmier doit toujours être d'une assez forte saillie; d'abord pour abriter,

les murs des eaux de pluie, et ensuite pour produire une ombre qui détache bien ce larmier avec sa corniche ou moulure de couronnement, de la paroi de la construction, ce qui est toujours d'un bon effet en architecture.

Du style le plus convenable pour les maisons particulières.

Pendant de longues années, architectes et amateurs constructeurs ont eu la fatale idée d'imiter dans de petites maisons la disposition symétrique des grands édifices élevés par l'État. Il s'agit de la stricte régularité des façades. Combien de fois n'a-t-on pas vu et ne voit-on pas encore de nos jours sacrifier la commodité et les convenances intérieures et domestiques à la régularité de l'extérieur? Il ne faut sans doute pas chercher l'irrégularité ou la bizarrerie; mais quand elle naît pour ainsi dire d'elle-même, de la bonne conception d'un plan, on ne doit pas la fuir, on doit en tenir compte. Que de fois ne voit-on pas la bonne conception d'un plan compromise par cet excès de zèle pour obtenir une symétrie extérieure. Les Grecs et les Romains ainsi que les Européens de l'époque de la renaissance ne sacrifiaient pas le confortable intérieur au plus ou moins de passion pour la régularité que peuvent avoir le public et les passants. C'est que ces hommes avaient conscience de ce qu'était la maison particulière d'habitation. Ils n'étaient point non plus orgueilleux comme on l'est aujourd'hui : car de nos jours le nombre des parvenus est considérable, et s'ils s'élèvent une demeure, ils veulent qu'elle soit taillée sur le patron de quelque Louvre ou Tuileries. La faute en incombait d'abord et en grande partie autrefois aux architectes de la fin du dernier siècle et du commencement de celui-ci. Habitués par la tyrannie absurde de l'école à composer des monuments bons pour les mœurs romaines, des monuments gigantesques où l'on étalait tout son savoir, ils croyaient ne pouvoir mieux faire que de l'introduire aussi dans des constructions de bien moindre importance. De là cette habitude, cette véritable manie de décorer la maison d'un pauvre petit particulier comme le palais d'un prince ou les bains de Rome antique. Il fallait bon gré mal gré qu'un marchand médiocrement enrichi par la vente du

poivre ou de la cannelle eût une façade comme celle d'un riche financier ou d'un ministre en retraite. Il fallait que la porte d'entrée fût au milieu et qu'il y eut autant de fenêtres à droite qu'à gauche. On surchargeait la façade d'ornements et de moulures, les portes et les fenêtres d'encadrements et de chambranles coûteux, et comme on est obligé dans le nord de l'Europe d'employer des volets et des persiennes, ces volets et ces persiennes, ouverts pendant la journée, coupaient et cachaient l'ornementation verticale des baies qui n'est visible que durant la nuit quand les volets et les persiennes sont fermés. Nous pensons qu'il est inutile d'insister davantage sur l'absurdité qui naissait de cette manière de procéder.

Depuis que les chemins de fer ont facilité les communications, un petit nombre d'architectes intelligents, abandonnant les traditions surannées, sont allés puiser des inspirations à l'étranger et surtout en Angleterre, où les maisons de campagne ont un caractère particulier et parfaitement conforme à leur usage. Dans les années qui ont suivi la révolution de quarante-huit, on vit s'élever aux environs de Paris de fort jolies maisons de campagne, les unes régulières, les autres pittoresques, mais s'élevant peut-être encore à des prix considérables et trop considérables pour des fortunes moyennes. Ces maisons témoignent d'une fertilité et d'une richesse de goût inconnues en France jusqu'alors. Mais ce goût entraîne encore toujours, ainsi que nous le disions, à des dépenses de pur luxe extérieur et qui n'ajoutent en aucune manière à la commodité de l'habitation. Il serait à désirer qu'un constructeur amateur comprît qu'avec des faces lisses de belle proportion, des cordons simples pour séparer horizontalement les étages et une corniche conçue avec vigueur et ayant une saillie bien accusée, on peut obtenir des façades de bon goût et agréables à l'œil d'un spectateur habitué à la vue des plus beaux monuments.

Nous insistons surtout sur une sobriété d'ornementation si l'on veut bâtir à bon marché, et nous répéterons sans cesse qu'il faut absolument apporter une grande économie dans l'emploi des moulures et des ornements tant intérieurs qu'extérieurs. Le vulgaire ne sait pas apprécier la simplicité qui n'exclue pas l'élégance, mais qui au contraire sait la manifester à

peu de frais. L'élégance en architecture, c'est la fierté, la hardiesse alliées à l'harmonie et à la grâce. Or, tout cela peut être concentré dans une petite maison de campagne aussi bien que dans un grand monument public d'une capitale. L'essentiel dans la construction aussi bien que dans la décoration des murs et des plafonds, c'est que chaque chose, chaque ornement ait sa raison d'être et qu'on ne puisse rien supprimer sans que l'œuvre n'en souffre dans sa totalité.

Depuis un quart de siècle on a essayé de faire renaître le style du moyen âge, dit gothique. Ce style était triste, dispendieux et ne permettait pas l'entrée d'une lumière suffisante dans les appartements : aussi a-t-il été abandonné peu à peu pour être remplacé par l'architecture dite de la renaissance. Cette architecture a ses grands avantages : elle nous a laissé des exemples de richesse décorative et de simplicité. Les premiers peuvent servir d'inspiration pour des constructions où l'on ne vise pas précisément à l'économie. Le style de la renaissance offre aussi des modèles d'une grande simplicité et d'une grande élégance, et qu'on peut adapter à des constructions dans lesquelles on vise à une sage économie. Il y a une quantité de maisons et de petits monuments publics sur les bords de la Loire, comme à Orléans et ailleurs, qui offrent des motifs charmants à introduire dans la composition des façades des maisons de campagne. Nous citerons entre autres la maison dite du Lion rouge, rue Pierre percée, celle dite de Ducerceau, rue des Hôtelleries-Ste-Catherine, à Orléans, et dans la même ville la maison de Jean d'Alibert, marché de la volaille. On trouvera dans les ouvrages intitulés *L'art architectural en France depuis François Ier jusqu'à Louis XIV*, par E. Rouyer, Paris, 1859, in-4°, et *la Renaissance monumentale en France*, par A. Berty, Paris, 1858, in-4°, des ensembles et des détails d'architecture propres à être introduits dans la composition architectonique des constructions rurales.

Si l'on aimait plus de sévérité dans le style, si l'on avait du goût pour l'architecture antique, il faudrait feuilleter les œuvres d'un grand architecte italien qui florissait vers le milieu du seizième siècle. Cet artiste était sain d'esprit, avait un sentiment naïf pour la vérité et a élevé un nombre prodigieux de

maisons de ville et de campagne. Son imagination était fertile, riche; il eut le talent de produire une variété séduisante de motifs dans un cercle restreint, et cela avec une petite quantité d'éléments. Cet architecte est André Palladio, né en 1518 et mort en 1580. On est vraiment ravi de la grâce des façades de Palladio, de ces façades si simples, composées souvent et uniquement d'un socle ou soubassement, d'une corniche qui couronne une façade à plusieurs étages et dont les fenêtres et la porte d'entrée sont ornées avec une sobriété telle qu'il n'y a rien à en retrancher. « De fait, dit Quatremère de Quincy, il n'est point d'architecte qui, après avoir formé ou réformé son style sur les grands modèles de l'art des anciens, et des premiers maîtres de l'Italie moderne, ne se croie pas obligé d'aller encore étudier dans la patrie et les œuvres de Palladio un genre d'applications plus usuelles, et plus en rapport avec l'état de nos mœurs; c'est-à-dire le secret d'accommoder tour à tour et nos besoins aux plaisirs d'une belle architecture et l'agrément de celle-ci aux sujétions que de nouveaux besoins lui imposent (1). » Les *Œuvres de Palladio* ont été publiées par Chapuy et Beugnot; Paris 1827 à 1842, 2 volumes in-folio.

Il y a encore un tout autre style pour les habitations rurales : c'est celui employé en Angleterre d'abord pour les châteaux et ensuite pour les petites maisons de campagne nommées *cottages* par nos voisins d'outre Manche. La première des deux catégories que nous venons d'indiquer rappelle l'architecture castrale anglaise du moyen âge : on y voit des tourelles, des pignons, des machicoulis et des créneaux; dans la seconde, il règne une très-grande simplicité tout en étant un diminutif du style castral. Les façades en sont irrégulières, avec des avant-corps et des retraites : les ornements utiles seuls y sont pratiqués, comme cordons horizontaux pour contribuer à éloigner les eaux pluviales des faces extérieures, et larmiers rectangulaires pour préserver de la pluie les portes et les fenêtres. Une variété moyenne entre ces deux catégories a été tentée aux environs de Paris dans les portes de concierge du bois de Bou-

(1) *Histoire de la vie et des ouvrages des plus célèbres architectes du onzième siècle jusqu'à la fin du dix-huitième;* Paris, 1830, 2 vol. in-4°.

logne, dans quelques maisons du boulevart Maillot ou du Nord et ailleurs. S'il y a en France pénurie d'ouvrages sur la matière qui nous occupe, il n'en est point ainsi en Angleterre. On trouvera des plans et des façades de cottages dans les ouvrages de F. Goodwin, de Robinson, de Papworth et de J. C. Loudon. Nous ne prétendons pas qu'on doive copier ces maisons; mais on puisera d'excellents renseignements dans les auteurs anglais que nous venons de citer.

Nous avons parlé de l'inconvénient de la régularité extérieure pour des habitations particulières de moyenne dimension. Supposons l'emplacement d'une maison ne devant ou ne pouvant avoir que neuf à dix mètres de façade : on veut cependant avoir un salon et des chambres à coucher spacieuses où l'on soit à l'aise. Un vestibule convenable ne peut pas avoir moins de 1 mètre 50 centimètres de largeur. Ajoutons à cette mesure 96 centimètres pour l'épaisseur des deux murs latéraux, soit 2 mètres 46 centimètres. Ajoutons-y encore 32 centimètres, les deux épaisseurs des cloisons de gauche et de droite formant le vestibule, soit encore 2 mètres 78 centimètres. Déduisez cette mesure de 9 mètres, il restera 6 mètres 22 centimètres, qu'il faut diviser en deux parties pour chacune des pièces à disposer à droite et à gauche du vestibule. On aura donc pour la largeur de chacune de ces deux pièces 3 mètres 11 centimètres, dimension insuffisante pour la largeur d'un salon et trop grande pour la cuisine d'une maison de 9 mètres de largeur.

Nous avons donc donné au salon de la maison que représente notre plan 4 mètres 30 centimètres de largeur, et à la cuisine 2 mètres 30 centimètres de largeur, largeur demandée par la maîtresse de la maison.

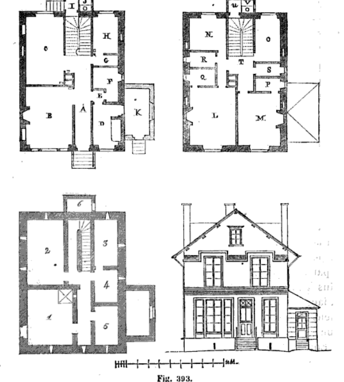


Fig. 393.

Souterrain.

1 Cave pour le combustible.
2, 4, 5 Caves pour divers usages.
3 Cave au vin.
6 Emplacement du tonneau inodore des lieux.

Rez-de-chaussée.

A Vestibule.
B Salon.
C Salle à manger.
D Cuisine.
E Passage du vestibule à la cuisine.
F Garde-manger.
G Chapeaux, paletots, parapluies, etc.
H Cabinet du maître de la maison.
I Sortie postérieure.
J Cabinet d'aisance.
K Avant-cuisine.

Étage.

L Chambre à coucher.
M id.
N Chambre de garçon.
O id.
P Cabinet de toilette de la chambre à coucher M.
Q Cabinet de toilette de la chambre à coucher L.
R Petite lingerie.
S Pièce de provisions sèches.
T Palier.

Voici maintenant la longueur de la façade principale de la maison, et nous donnons le détail suivant afin d'initier tout constructeur aux calculs qu'il faut faire pour établir en longueur les pièces d'une maison :

Épaisseur du mur latéral de gauche. . .	0,48
Largeur du salon.	4,30
Épaisseur de la cloison en brique de gauche du vestibule.	0,16
Largeur du vestibule	1,50
Épaisseur de la cloison en brique de droite du vestibule.	0,16
Largeur de la cuisine	2,30
Épaisseur du mur latéral de droite. . . .	0,48
Total. . . .	9,38

Si la porte d'entrée avait été placée dans l'axe de la façade, on aurait eu de chaque côté 4 mètres 69 centimètres. Dans la disposition adoptée, la porte d'entrée est placée à 5 mètres 69 à partir de l'angle gauche de la façade, c'est-à-dire à 1 mètre plus à droite que l'axe principal. S'il y a cette irrégularité dans la façade extérieure, elle est amplement compensée par l'agrément d'un salon qui a 1 mètre 19 centimètres de plus de largeur que si la porte d'entrée était placée au milieu de la façade.

Entrons dans le vestibule : nous ne trouverons pas immédia tement à gauche la porte qui donne accès au salon. D'abord l'architecte n'a pas voulu mettre cette porte auprès de la porte d'entrée; placée entre cette dernière et l'axe de la cheminée du salon, elle aurait établi un fort courant d'air qu'il faut toujours savoir éviter. Ensuite la porte du salon se trouve à 4 mètres de la porte d'entrée, parce que le propriétaire n'a pas voulu de porte de communication directe du salon à la salle à manger. Car il savait que quelque close que soit une porte, il est bien difficile que l'odeur des mets ne pénètre pas à travers, en sorte qu'en quittant la salle à manger et en entrant au salon, cette odeur vous poursuit. La porte du vestibule au salon est donc pratiquée à la place où elle est, d'abord pour éviter le courant d'air dont nous avons parlé et ensuite pour communiquer plus promptement du salon à la salle à manger.

Le salon, de 4 mètres 30 centimètres de largeur, a 5 mètres 25 centimètres de profondeur, ce qui produit une superficie de 22 mètres 57 centimètres La cheminée est appuyée sur le mur extérieur. Dans la cloison du fond, celle qui sépare le salon de la salle à manger, est pratiquée une ouverture de 1 mètre 20 centimètres de largeur sur 2 mètres de hauteur, fermée par une glace sans tain. Cette disposition a été prise pour donner encore plus de lumière dans les deux pièces et en agrandir l'espace à la vue.

Si l'on avait continué la largeur de $1^m,50$ du vestibule jusqu'à l'autre extrémité de la maison, cet espace n'aurait pas été assez large pour établir un escalier d'une largeur convenable. La cloison de droite du vestibule traverse donc seule toute la profondeur de la maison. Il a donc fallu reculer la cloison de gauche et la placer à 2 mètres de celle de droite, afin de pouvoir obtenir un escalier de 90 centimètres de largeur avec 20 centimètres de jour.

La salle à manger a 3 mètres 79 de largeur sur 5 mètres 70 centimètres de longueur. La porte d'entrée de cette pièce est aussi près que possible de la porte du salon; elle vient à la suite du tuyau de cheminée du calorifère et du tuyau de chaleur. Elle est éclairée par une seule grande fenêtre, à peu de chose près dans l'axe de la glace sans tain et de celui de la fenêtre du salon. Le salon, comme on peut le voir, n'a point de trumeau et une large fenêtre au milieu, accompagnée de deux demi-fenêtres, à gauche et à droite, séparées de la principale par un poteau en bois.

Comme la vue était belle derrière la maison, on a voulu en jouir du salon même et afin de ne pas avoir un massif de maçonnerie vis-à-vis de la glace sans tain, on l'a remplacé par la grande fenêtre en question. Mais cette seule fenêtre n'aurait pas éclairé suffisamment le salon, c'est pourquoi on y a ajouté les deux demi-fenêtres.

La largeur du salon étant de $4^m,30$, et celle de la salle à manger de $3^m,79$, leur paroi de gauche, de plus, étant sur une même ligne, c'est-à-dire sur l'intérieur du mur latéral, il s'ensuit que les axes de ces deux pièces ne tombent point ensemble. La moitié de la largeur du salon est de $2^m,15$, celle de la

salle à manger est de $1^m,89$, ce qui établit une différence de 26 centimètres. Il a donc fallu faire une compensation : on a pris la moitié de 26 centimètres, soit 13, qu'on a ôtée de $2^m,15$, moitié de la largeur du salon, de sorte que dans le salon le milieu de l'ouverture avec glace sans tain se trouve à $2^m,02$ à la droite du mur latéral; on a au contraire ajouté 13 centimètres à la moitié de la largeur de gauche de la salle à manger, ce qui donne $2^m,02$ à partir du mur latéral de gauche, et ainsi cette différence d'axe accusée par l'ouverture et les deux parties latérales de cloison est diminuée à tel point qu'elle ne choque plus la vue dans l'une ou l'autre pièce.

Sur la droite du vestibule se trouve la cuisine de $2^m,30$ de largeur sur $3^m,65$ de profondeur, dimensions qui produisent une superficie de 8 mètres 39 centimètres. Elle est éclairée par une fenêtre pratiquée sur la façade, et elle communique à l'intérieur par une porte ouvrant sur un petit dégagement de 1 mètre de largeur sur $1^m,25$ de profondeur. Une arcade à plein cintre donne accès de ce dégagement dans le vestibule. A la suite de la cuisine se trouve le garde-manger dans lequel on entre par le dégagement dont nous venons de parler. Plus loin, en profondeur, est un couloir, à la suite du garde-manger, pour placer les chapeaux, les manteaux, les parapluies, etc. Ce couloir donne accès à une pièce de $2^m,30$ de largeur sur $3^m,30$ de longueur, éclairée par une fenêtre, et dont le maître de la maison peut faire son cabinet de travail. On remarquera qu'il n'y a dans cette pièce ni dans la salle à manger de cheminée ou de poêle, quoique leur tuyau soit accusé dans le plan. Il y a absence de cheminée et de poële dans ces deux pièces, parce qu'elles sont chauffées par un calorifère établi dans le souterrain.

A l'extrémité du vestibule et de l'escalier est un petit avant-corps, d'où une porte conduit dans le jardin et qui a une fenêtre qui éclaire la cage d'escalier au rez-de-chaussée.

A la droite dans ce petit avant-corps, sont établis les cabinets d'aisances (inodores dans la maison devant nous).

A droite de la cuisine il y a un petit bâtiment qui ne s'élève pas au delà du rez-de-chaussée. Ce bâtiment renferme l'avant-cuisine où est établie une chaudière pour la lessive, et placé

le réservoir d'eau de rivière, ainsi que le filtre d'eau. On y entre par une porte sur la façade qui elle-même est un peu en retraite sur la façade principale. Une autre porte donne accès à la cuisine. Cette avant-cuisine est éclairée par une fenêtre latérale et son sol est de plus de 16 centimètres plus bas que celui de la cuisine, afin que les eaux qui proviennent des travaux domestiques qu'on y fait ne puissent pas s'introduire dans la cuisine.

Toutes les pièces du rez-de-chaussée, sans exception, sont sur caves. Le sol du rez-de-chaussée est à 1 mètre 30 centimètres d'élévation au dessus du sol naturel. Le souterrain a 2^{m},25 d'élévation jusqu'au-dessous des solives du plancher du rez-de-chaussée.

En dessous du cabinet de Monsieur est placée la cave à vin, d'environ 7 mètres de superficie, couverte en solives de fer; elle a des entrevous en briques à plat, formant de petites voûtes méplates.

Dans l'angle central, au-dessous du salon, est établi le calorifère destiné à chauffer la totalité de la maison, à l'exception des deux pièces moyennes situées sur le derrière au premier étage.

Ayant monté l'escalier, on traverse le palier T qui sert de dégagement à toutes les pièces de l'étage. D'abord à la pièce L, première chambre à coucher, de même dimension que le salon, c'est-à-dire de $4^{m}30$ de largeur sur 5 mètres 25 centimètres de profondeur, éclairée par une seule fenêtre dans l'axe de celle du salon. Dans cette chambre à coucher il y a une cheminée, pour s'en servir le matin et le soir en automne et au printemps, quand il ne fait pas assez froid pour utiliser le calorifère. Cette chambre a son cabinet de toilette Q, de 1 mètre 50 centimètres de largeur sur 2 mètres 75 centimètres de longueur, éclairé par une demi-fenêtre pratiquée sur la façade latérale. De ce cabinet on pourrait établir une communication avec le palier T.

Du palier T on a accès à la chambre à coucher M, de $3^{m}95$ de largeur sur 4 mètres 75 de profondeur, et pourvue d'une cheminée; cette pièce a également son cabinet de toilette P, de 1 mètre 60 centimètres de largeur sur 2 mètres 15 centimètres de longueur.

La petite pièce S est destinée aux provisions sèches. La pièce R renferme l'armoire à linge.

La chambre à coucher N, de moyenne dimension, de 3^m85 de longueur sur 2^m65 de largeur, est destinée à un enfant, un jeune homme ou un ami. Il en est de même de la chambre O.

L'étage a 2 mètres 90 centimètres d'élévation.

Dans le comble se trouvent sur le devant une belle chambre de maître et plusieurs chambres de domestiques.

Le cabinet d'aisances du rez-de-chaussée est destiné aux hommes et un autre pour les femmes est établi au-dessus de celui-ci ; on y arrive au niveau de la treizième marche de l'escalier, où l'on trouve une porte vitrée qui en dissimule l'entrée ; car devant ce cabinet des dames il y a un petit dégagement qui, au moyen d'une fenêtre, éclaire l'escalier.

Cette maison est située au levant à 12 mètres de la rue et qui forment un jardin. Le salon devait nécessairement être placé sur le devant. Quoiqu'il y eût un concierge, on voulut que la cuisinière ou autres domestiques fussent à même de voir qui entrait. C'est pour cette raison que la cuisine est sur la façade principale, tandis que le cabinet du propriétaire ou maître de la maison se trouve sur le derrière. Il serait facile de changer cette disposition et de mettre l'un à la place de l'autre.

Nous ferons remarquer, et il sera aisé de comprendre, que si l'on avait voulu placer l'avant-cuisine et le cabinet d'aisances sous le même toit que la maison, on aurait eu une bien plus grande superficie et par conséquent une dépense beaucoup plus considérable.

Quant à l'irrégularité de la façade principale au rez-de-chaussée, on s'apercevra qu'elle provient de la distribution convenable et commode des pièces de l'intérieur. La grande fenêtre dite *vénitienne* est bien dans l'axe du salon ; la porte d'entrée est dans l'axe du vestibule et la fenêtre de droite est dans celui de la cuisine. La fenêtre de la pièce, ou chambre à coucher L du premier étage est dans l'axe de cette pièce, ainsi que dans celui de la grande fenêtre du salon du rez-de-chaussée. La fenêtre de la pièce M est bien dans l'axe de cette pièce, et il n'y a nulle part de porte à faux, ce qui est essentiel à faire remarquer.

Toutes les fenêtres des deux façades principales sont larges et élevées, afin de bien éclairer les pièces auxquelles elles appartiennent. Il n'y a pas de fenêtres au rez-de-chaussée sur le mur latéral de gauche; sur celui de droite il y en a la moitié d'une pour éclairer et aérer le garde-manger F. Au premier étage il n'y a de baies que celles des demi-fenêtres éclairant les cabinets R, Q, S et P.

Les pièces L, M sont chauffées par le calorifère au moyen de bouches de chaleur. Cependant une cheminée a été établie dans chacune de ces chambres à coucher, pour pouvoir chauffer ces appartements sans avoir recours au calorifère.

On a employé le toit à deux versants par économie; il forme saillie de 1 mètre sur la face des quatre murs. Les corps de cheminées latéraux sont montés à 50 centimètres au-dessus du niveau du faîtage et maintenus par des barres de fer. Ces corps de cheminées dominent dans la façade géométrale, mais leur importance et surtout leur élévation diminuent dans l'exécution par l'effet de la perspective.

Le propriétaire avait demandé à l'architecte de supprimer les moulures et ornements sur les façades, et c'est ce qui a eu lieu dans la construction.

Le soubassement a été exécuté en meulière; dans l'enduit extérieur recouvrant les murs du rez-de-chaussée, on a mêlé au plâtre du noir et un peu d'ocre; dans l'enduit extérieur de l'étage on a mis de l'ocre jaune pur, et enfin les deux pignons sont restés blancs.

La façade offre donc quatre tons différents : le ton brun de la meulière, le gris assez prononcé du rez-de-chaussée, le jaune du premier étage et le blanc des pignons. Une bordure brune de 50 centimètres de largeur fait tout le tour du bâtiment et sépare le rez-de-chaussée du premier étage. Une autre bordure brune de la même largeur fait également le tour de la maison et sépare sur les deux faces l'étage du pignon.

Comme cette maison a été construite sur un des boulevards d'Argenteuil, près de Paris, et que par conséquent elle a été considérée comme maison de campagne, rustique même, on a remplacé les perrons en pierre, toujours dispendieux, par des perrons en bois tels qu'on en voit dans le nord de l'Europe.

Le perron principal de notre maison se compose de trois limons à crémaillère en bois de chêne et dont le pied pose sur un dé de pierre. Le haut des limons est scellé dans le mur. Les marches, de hauteur et de largeur ordinaires, mais de 2 mètres de longueur, sont en madriers de bois de sapin, et vissées sur les limons. Toutes les parties invisibles à l'œil ont été goudronnées à trois couches. Les marches et les faces latérales des limons ont été peintes à l'huile à plusieurs couches. Il suffit d'en renouveler la peinture tous les deux ans, pour préserver suffisamment le bois de l'effet des intempéries de l'air. Les contre-marches ont été supprimées, afin de donner plus de légèreté au perron. L'auteur de ce livre a vu en Allemagne nombre de perrons en bois qui ont plus d'un demi-siècle d'existence, et qui sont encore en fort bon état.

La maison de la fig. 394 est un bâtiment de 13 mètres de longueur sur 9^{m}50 de profondeur, non compris l'avant-corps.

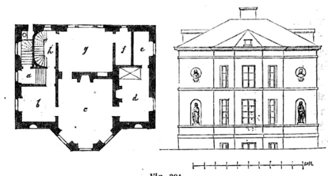


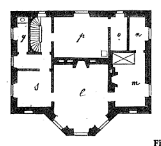
Fig. 394.

L'entrée de cette maison se trouve sur une des faces latérales. De cette entrée *a* de 1^{m}50 de largeur on passe dans l'antichambre *b*, de 3^{m}35 de profondeur sur 3^{m}25 de largeur, éclairée par une fenêtre pratiquée dans le mur de face latéral. De cette antichambre on entre au salon *c*, de 5 mètres de largeur sur 6^{m}15 de profondeur. Comme on suppose que la vue qu'on a de ce salon est belle, on a préféré les pans coupés à la forme carrée pour la partie qui forme saillie sur le devant. Cette disposition laisse plus facilement et plus complétement

embrasser à l'œil du spectateur placé dans le salon ce qui se trouve en dehors, que si cette pièce se terminait carrément à chacun de ses angles extérieurs. Ensuite, au lieu de trois fenêtres, le salon n'aurait pu en avoir que deux avec trumeau au milieu, en face de la cheminée, ce qui, à la campagne, est toujours un inconvénient, parce que ce trumeau se reproduit dans la glace qui surmonte la cheminée. Disons aussi que ces pans coupés avec leur fenêtre donnent du mouvement, de la vie et par conséquent de la gaieté où ils sont pratiqués.

Du salon *c* on passe dans une chambre à coucher *d*, de 2m90 de largeur sur 5m10 de profondeur, éclairée, comme l'antichambre *b*, par une fenêtre latérale et chauffée par une cheminée. De cette chambre à coucher on passe dans un cabinet de toilette *e*, qui n'a pas dans notre plan de dégagement, mais qui pourrait en avoir un par la pièce *f*, dont nous parlerons plus tard.

De l'entrée *a*, et par le dégagement *h*, on passe dans la salle à manger *g*, de 5 mètres de largeur, et, comme le salon, de 3m90 de profondeur. La petite pièce *f* est un office de 1m50 de



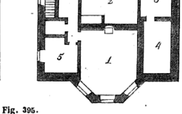


Fig. 395.

Rez-de-chaussée.

a Entrée ou vestibule.
b Antichambre.
c Salon.
d Chambre à coucher.
e Cabinet de toilette de la chambre *d*.
f Office.
g Salle à manger.
h Dégagement avec l'escalier du premier étage.

Premier étage.

l 2e Salon, bibliothèque ou billard.
m Chambre à coucher.
n Cabinet de toilette de la chambre *m*.
o Cabinet de toilette de la chambre *p*.
p Chambre à coucher.
q Cabinet d'aisances.
s Pièce de dégagement ou antichambre.

Souterrain.

1 Salle fraiche d'été.
2 Cuisine.
3, 4 Caves.
5 Garde-manger.

longueur sur $3^{m}25$ de profondeur. Dans le mur qui sépare le salon de la salle à manger est une niche destinée au poêle, dans le cas où la maison ne serait point chauffée par un calorifère.

Au premier étage on trouvera, au-dessus de l'antichambre *b*, une pièce pareille, au-dessus du salon *c*, un second salon, ou bibliothèque ou billard, et au-dessus de la chambre à coucher *d*, une semblable un peu plus profonde que la première. Par le palier on entre dans une autre chambre à coucher *p*, troisième de la maison, qui a, comme celle de cet étage, son cabinet de toilette *o*.

La cuisine 2 (sous la salle à manger), le garde-manger 5, une salle fraîche 1 (sous le salon), se trouvent dans le souterrain, avec les caves à vin, à légumes, etc.

En avant de la cuisine sera établi un fossé avec escalier extérieur pour le service domestique.

Un coup d'œil sur la façade suffira pour convaincre le lecteur de la simplicité de cette partie de la maison. Les deux faces en retraite de l'avant-corps sont ornées de niches et de statues, et au premier étage de petites niches circulaires avec bustes. Si, au lieu de placer les fenêtres des deux chambres de gauche et de droite sur la façade latérale, on les eût pratiquées sur la façade principale, il y aurait eu quatre fenêtres de plus sur cette façade, ce qui aurait été d'un mauvais effet; car la maison aurait ressemblé à une cage vitrée. En éclairant ces quatres pièces de côté, on a évité cet inconvénient.

La salle à manger *g* est éclairée par une fenêtre entière et deux moitiés qui ensemble forment la fenêtre dite *vénitienne*.

Quand un propriétaire est privé du concours d'un architecte, ou bien qu'il veut se procurer le plaisir de combiner lui-même la construction et l'architecture d'une maison d'habitation, il se trouve souvent dans l'embarras, surtout pour les questions de goût. Quelquefois aussi il n'a pas sous la main de modèles convenables ni d'ouvriers pouvant exécuter autre chose que des moulures linéaires. On peut cependant avec des moyens restreints arriver au but qu'on se propose, en choisissant pour les façades un style simple qui n'exclue pas l'élégance et la distinction.

Le second ordre ou style grec, d'une grande simplicité, d'une richesse gracieuse de moulures, produisant des variations de lumière et d'ombre, des effets agréables à l'œil de l'homme de goût, le second ordre grec, nommé ionique, est on ne peut plus convenable pour l'emploi de la décoration en architecture. Il est de plus d'une exécution facile et peu coûteuse.

Comme les constructions dont nous nous occupons dans cet ouvrage ne sont pas des palais ni des édifices publics, et dans l'ornementation desquels n'entrent point les colonnes, nous n'offrons pas à la vue du lecteur l'ordre ionique complet, c'est-à-dire la colonne avec base et chapiteau à volutes, etc. Nous donnons seulement l'entablement de cet ordre, c'est-à-dire l'architrave, la frise et la corniche du couronnement.

Dans la coupe à droite en haut de la fig. 396, dont la partie pleine ou massive est indiquée par des hachures, la portion supérieure *a* représente la corniche de couronnement, la portion *b*, la frise, et enfin la portion *c*, l'architrave.

Au-dessus de la corniche supérieure doit exister une partie biaise, rampante A, destinée à laisser écouler les eaux pluviales avec facilité. Vient ensuite ce qu'on nomme un *filet*, petite bande verticale; une *doucine*, moulure en S, formée de deux quarts de cercle, et concave en haut, convexe en bas; un *filet*, plus petit que le premier; un *talon*, formé également de deux quarts de cercle, et convexe en haut, concave en bas; un *larmier*, fort membre carré avec face verticale, avec un canal creusé en dessous pour empêcher l'eau de couler le long du mur un *quart de rond*, moulure convexe; un petit *talon*; un *filet*, et enfin un fort *talon*.

En dessous de cette corniche vient la frise B, partie verticale, lisse ou avec ornements.

En dessous de cette frise est l'architrave, composée d'un *filet*, d'un *talon*, de deux *faces*. Pour couronner les façades d'une maison, on peut se servir de la corniche et ne pas employer la frise et l'architrave; mais, dans le cas où des pilastres seraient adaptés aux façades extérieures, il faudrait de toute nécessité employer l'entablement entier, c'est-à-dire la corniche avec la frise et l'architrave. Le détail à la lettre M est une base destinée à ces pilastres. Les détails aux lettres E, F, représen-

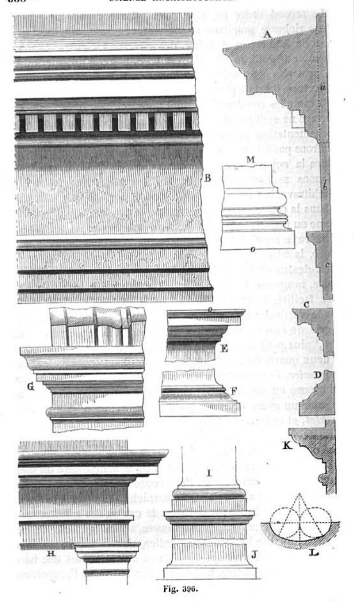


Fig. 396.

tent la base et le couronnement d'un piédestal dont la hauteur peut varier : on sait que le piédestal est un corps carré qui porte une colonne et qui lui sert de soubassement. La proportion la plus convenable d'un piédestal, est de lui donner un peu plus de hauteur que deux fois sa largeur, en comprenant dans cette hauteur la base et la corniche.

On peut poser la base d'un pilastre sur un piédestal, mais dans ce cas le piédestal ne forme plus le carré ou un dé plus haut que large; il n'est plus qu'un corps en saillie qui ne doit avancer que légèrement sur le pilastre, afin de donner l'espace nécessaire pour la saillie de la base.

La corniche C d'un piédestal de l'ordre ionique se compose d'un *filet*, d'un *talon*, d'un *larmier*, d'un *tore*, d'un petit *filet*, et enfin d'un cavet, fig. 396, lettres C et E.

La base F, D se compose, en partant du bas, d'une *plinthe*, large partie verticale, d'un *filet*, d'une *doucine renversée*, d'un petit *tore*, d'un *filet* et d'un cavet.

Le détail de la lettre G est une archivolte avec un imposte. L'archivolte est un arc contourné en bandeau orné de moulures qui règne à la tête des voussoirs d'une arcade. L'imposte est un composé de moulures horizontales et droites, sur lequel s'élève un des côtés de l'archivolte; c'est ce qu'indique le détail en G, où l'on a figuré en coupe avec hachures la forme et la saillie des moulures constituant l'archivolte.

Les cannelures (petites cavités circulaires) qui ornent les pilastres se tracent de la manière suivante. Ayant déterminé la largeur de la cannelure, on divise cette largeur en deux parties égales : de la moitié de chacune de ces deux parties comme point de centre, on figure les deux cercles de notre détail en L. Prenez ensuite la distance d'un point de centre à l'autre, portez-la, à partir de la ligne ponctuée horizontale, sur la ligne verticale, et du point supérieur tirez en passant par les points de centre les deux lignes ponctuées biaises de notre détail. Du point inférieur où elles toucheront les deux cercles au point supérieur sur la ligne verticale comme rayon, tracez un arc : cet arc fera le fond de la cannelure, ainsi que l'indique le détail en L.

Il existe encore un autre ordre d'architecture fort simple et

souvent employé dans la construction. Cet ordre a pris naissance en Italie, pendant les derniers temps de la république romaine : il est nommé ordre *toscan* et n'est qu'une imitation abâtardie de l'architecture étrusque. Le détail H de la fig. 396 en reproduit l'entablement entier avec chapiteau de pilastre en dessous. On peut voir que ce style, plus simple encore que l'ionique, ne manque pas d'élégance malgré sa simplicité. Les détails I et J représentent la base du pilastre ou de la colonne, le couronnement du piédestal et sa base qui est de la plus grande simplicité.

Nous n'entrerons pas dans cet ouvrage dans les détails de proportion des parties d'architecture entre elles, ni des proportions et des saillies des moulures. Il existe des feuilles volantes et des livres élémentaires sur ces proportions diverses, qu'il est facile de se procurer.

Le détail en K est le profil d'un cordon qui peut servir à séparer les étages sur les façades extérieures.

De l'arc rampant.

Comme on peut être obligé de se servir de l'arc rampant dans les constructions particulières, soit pour voûte, soit pour perron et autres usages, voici comment il faut opérer pour tracer cet arc.

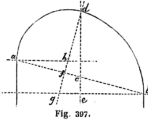


Fig. 397.

Tirez d'abord la ligne droite *ab*, c'est-à-dire une ligne d'une naissance à l'autre. Divisez ensuite cette ligne en deux parties égales au point *c*. Élevez la perpendiculaire *cd*. Reportez la longueur *ce* sur la ligne *ab* au point *f*. Enfin tirez *gd* perpendiculaire à la ligne *ab*, en passant par le point *f*, *h* sera le point de l'arc *ad* et *g* sera celui de l'arc *db*.

Du niveau de maçon.

Le niveau dont on se sert le plus habituellement dans la construction est nommé *niveau de maçon;* il est formé de deux côtés assemblés d'équerre à 90 degrés. Au sommet est fixé un petit cordeau au bas duquel est assujéti un petit plomb. Au milieu de la traverse destinée à maintenir l'angle droit formé par les deux côtés, est pratiqué un petit cran en travers de la traverse et dont la direction aboutit au sommet du niveau.

Ce niveau se place sur une règle bien droite qu'on pose soit sur de la charpente, soit sur de la maçonnerie ou le sol. On fixe une des extrémités de la règle, et l'autre extrémité est calée en dessous jusqu'à ce que le cordeau du niveau tombe sur le petit cran ou l'entaille verticale de la traverse. Dès que cela a lieu la règle est de niveau, c'est-à-dire parallèle à la surface de l'eau.

Si le cordeau penche à gauche du cran, le côté droit est trop élevé; si au contraire il penche à droite du cran, le côté droit est trop bas. On arrive au résultat demandé en calant plus ou moins un des côtés, dont le choix est arbitraire.

Nous donnons ici l'explication du niveau, parce qu'il en a été souvent question dans les pages précédentes.



Fig. 398.

APPENDICE.

APPENDICE.

Cabinets d'aisances.

Il y a un objet dont on ne tient pas assez compte dans la composition et dans la distribution d'une maison : il s'agit des anglaises. On est étonné d'apprendre qu'une loi municipale n'ordonna qu'en 1513 que chaque maison aurait un cabinet d'aisance, et en 1700 la police est encore obligée d'ordonner la construction de fosses.

La convenance et la salubrité exigent impérieusement qu'on prenne un soin particulier pour l'établissement des cabinets d'aisances, qu'ils soient inodores ou non. On semble avoir pour habitude de s'occuper de la disposition des salons, salles à manger, chambres à coucher, cuisines et dépendances, sans s'inquiéter des cabinets en question. Quand la distribution générale est faite, alors seulement on semble dans bien des cas avoir pensé aux lieux d'aisances, qu'on relègue comme on peut dans un coin, au fond d'un corridor sans air ou sous un escalier — quand on ne les oublie pas tout à fait, comme cela arrive encore quelquefois de nos jours.

Il faut chercher autant que possible à placer ces cabinets de manière à ce qu'ils aient le plus de lumière et surtout le plus d'air possible. Il faut ensuite qu'ils soient aisément accessibles, que leur entrée ne frappe pas directement la vue, mais soit pour ainsi dire dissimulée. En Angleterre et en Allemagne on a rempli ces conditions d'une manière beaucoup plus convenable qu'en France. Tout cabinet d'aisances devrait avoir au moins un mètre de largeur, $1^{m},60$ à 2 mètres de longueur et pour hauteur celle de l'étage ou du rez-de-chaussée où il est situé. S'il n'est point inodore, il doit être à proximité de la fosse, d'aplomb dessus même si cela est possible, et éviter de trop grandes longueurs de tuyaux posés en biais.

Quant à la situation des cabinets d'aisances, il faut s'efforcer qu'elle soit au levant ou au nord : ces deux expositions sont plus convenables et plus salubres que celle au midi ou au couchant. Il faut ensuite qu'ils soient éloignés de la cuisine et de ses dépendances ; il est facile de deviner dans quel but.

La routine a consacré l'établissement des cabinets d'aisances dans l'intérieur du périmètre des maisons, surtout pour les maisons de campagne. Quand ces dernières sont vastes, cela est et peut être convenable ; mais quand elles sont petites ou moyennes on gagne beaucoup de place en établissant ces cabinets en saillie sur une des façades latérales ou sur celle de derrière. On peut les placer dans des tourelles circulaires ou carrées attenant au bâtiment principal. L'auteur de ce livre en a construit de cette manière, qui lui laissait intacte la bonne distribution intérieure. Seulement il faut avoir soin que ces tourelles soient placées à proximité des escaliers, afin que les grands escaliers ou les escaliers de service servent à monter aux cabinets établis dans les différents étages.

Il ne faut jamais sacrifier une convenance d'intérieur domestique à un effet ou aspect plus ou moins désagréable de l'extérieur. La plus grande régularité doit régner dans un monument public, mais elle n'est pas rigoureusement nécessaire dans les habitations particulières. Le bon goût dans les maisons d'habitation ne doit pas être despote au point de faire renoncer, par symétrie, à des convenances personnelles et journalières. C'est ce qu'on a senti de tout temps en Angleterre et en Allemagne, où la maison de campagne n'a pas voulu assumer l'aspect du château et du palais, et les habitants s'en trouvent on ne peut mieux.

Il est inconvenant que l'entrée des cabinets d'aisances soit située dans une antichambre. Dans la composition du plan il faut chercher à placer cette entrée sur un corridor ou dans un dégagement. Il faut qu'en y allant et qu'en en revenant personne ne puisse deviner d'où l'on vient ou où l'on va, c'est-à-dire qu'il y ait d'autres portes à proximité par lesquelles on aurait pu passer soit pour entrer soit pour sortir de chambres auxquelles ces portes donnent entrée.

Des écuries.

La largeur d'une écurie est déterminée par le nombre de chevaux qu'on veut y loger. On peut les placer sur une seule rangée ou sur deux, en les tournant dos à dos. Chacune de ces dispositions est donnée par l'espace à construire.

Pour un seul rang de chevaux, on doit donner pour profondeur à l'écurie, au moins 4^{m},50; on compte que l'espace occupé par un cheval est un rectangle de 2^{m},60 de longueur sur 1^{m},45 de largeur, dans le cas où une simple barre de bois cylindrique, le sépare de son voisin. Si les chevaux sont séparés les uns des autres par une sorte de cloison en bois, la largeur du rectangle en question peut varier de 1^{m},50 à 1^{m},80. Les largeurs indiquées se comptent toujours entre les barres ou cloisons de séparation. Si l'on donne 4^{m},50 de profondeur à une écurie, on aura donc 1^{m},90 d'espace derrière les chevaux, c'est-à-dire entre eux et le mur de face.

On donne cependant en Angleterre jusqu'à 6 mètres de profondeur aux belles écuries. Il est aisé de comprendre que si l'on n'est pas restreint par l'économie ou l'espace, il est toujours préférable de donner de fortes dimensions aux écuries. Ces dimensions ont cependant des limites qui ne doivent pas dépasser les plus fortes mesures que nous donnons.

La hauteur la plus convenable pour une écurie est de 4^{m},60 à 6 mètres, mais jamais moins de 3^{m},70 à 3^{m},80.

Quand les chevaux de labour sont doux et tranquilles, l'espace qu'ils occupent entre les barres est limité en Autriche et dans d'autres parties de l'Allemagne à 1^{m},42 et même à 1^{m},26, et la largeur de l'écurie n'est portée qu'à 3^{m},16.

Le sol des stalles doit être pavé en bonnes briques dures, posées sur champ. Ce sol doit être tout à fait imperméable, afin d'empêcher les urines de s'y infiltrer. De la tête aux pieds de derrière, le sol sera légèrement incliné (de 25 millimètres par mètre, par exemple) pour que les urines puissent se diriger facilement vers de petites rigoles pratiquées dans la longueur de l'écurie et pour leur donner un écoulement à

l'extérieur. On peut aussi employer le grès pour la confection du sol des écuries.

Il est raisonnable que l'entrée d'une écurie soit au nord et les fenêtres au sud. On placera les fenêtres le moins possible en face des chevaux, pour que la lumière ne les frappe pas directement sur les yeux. On comprendra que les écuries doivent être claires, afin que les pansements puissent se faire convenablement et que l'œil du maître puisse s'assurer de la propreté si indispensable aux chevaux.

Il est d'usage d'employer pour les écuries des fenêtres semi-circulaires, d'un diamètre de 90 centimètres à 1 mètre. On les pose à deux mètres et plus du sol, et, ce qui vaut encore mieux, à une petite distance en contre-bas du plafond, afin qu'en les ouvrant, l'air soit entièrement renouvelé. On peut encore établir des ouvertures dans le bas des murs, et qui faciliteraient considérablement le renouvellement de l'air en l'absence des chevaux ; ces ouvertures, munies de trappes ou de portes en madriers, doivent pouvoir s'ouvrir et se fermer à volonté, et ne jamais être ouvertes que dans les grandes chaleurs les chevaux étant présents.

L'arête supérieure de la mangeoire doit être à $1^{m},10$ au-dessus du sol. La mangeoire doit avoir 25 centimètres de profondeur, 30 de largeur en haut et 20 dans le fond.

On placera l'arête inférieure du râtelier à $1^{m},70$ au-dessus du sol et son arête supérieure à $2^{m},20$. Son inclinaison sera telle qu'avec ces hauteurs le râtelier aura 65 centimètres de largeur. On écarte ses fuseaux de 8 à 13 centimètres.

Nous recommandons une attention toute particulière à la ventilation des écuries, et qui ne doit cependant pas atteindre les chevaux. C'est pour cette raison qu'on place les fenêtres à une certaine distance au-dessus de leur tête ; il ne faut pas qu'ils soient dans des courants d'air.

Quant aux portes d'écurie, elles doivent avoir au moins $1^{m},25$ de largeur, sur $2^{m},25$ à $2^{m},40$ de hauteur, afin que les chevaux harnachés puissent y passer avec facilité.

Nous croyons utile de donner en ce lieu la description de certaines écuries autrichiennes et hongroises ; on sait combien les chevaux de ces pays sont beaux et bons.

Dans leurs stalles fig. 399, les chevaux se tiennent sur ce qu'on nomme en allemand le *pont de l'écurie;* ce pont ou sol est

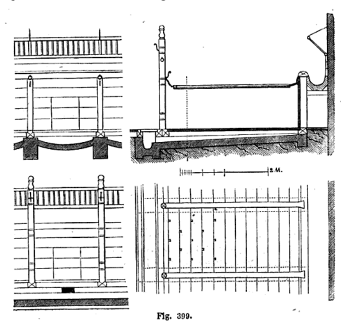


Fig. 399.

formé de madriers transversaux et dans une pente semblable à celle que nous avons déjà indiquée. Ces madriers posent sur des poutrelles, dans lesquelles ils sont entaillés de leur épaisseur. Les poutrelles elles-mêmes sont assemblées dans des enchevêtrures, dont l'une est placée à la tête du cheval et l'autre à la queue. Les bois employés sont le chêne ou le mélèze. En dessous du pont d'écurie est un pavé à superficie concave, établi en pierre ou en brique, qui reçoit les urines pour les conduire à travers une petite ouverture dans un canal moyen recouvert soit en panneaux de bois soit en dalles. De ce canal les urines sont conduites dans le trou à fumier. Toutefois, pour que l'urine puisse couler du plancher en bois sur le sol concave placé en dessous, il faut pratiquer dans les madriers et à l'arrière du cheval des trous d'environ trois centi-

mètres de diamètre. Les poutrelles sont posées sur de petits murs de refend, contre lesquels sont adossées les petites voûtes renversées. Ces murs n'ont que 35 centimètres d'épaisseur. Au point de réunion des poutrelles avec les enchevêtrures de face, formées de deux pièces de charpente, sont posées deux agrafes biaises pour les lier ensemble. Au-dessus de ces enchevêtrures s'élèvent des poteaux cylindriques de $0^m,20$ à $0^m,22$ de diamètre et de $2^m,20$ à $2^m,50$ de hauteur, placés à la distance les uns des autres selon la largeur donnée aux stalles. Ces poteaux sont en chêne ou en mélèze. Ils doivent être cylindriques ou octogones, être solidement fixés dans le sol à une profondeur de 1 mètre, et avoir la forme carrée en coupe dans cette profondeur; ils auront donc $3^m,20$ ou $3^m,50$ de longueur.

A l'extrémité supérieure des poutrelles ou à la tête des chevaux, sur l'axe des cloisons, sont posés des poteaux de 15 à 18 centimètres d'équarrissage, reliés au mur de fond par des traverses et aux poteaux au moyen d'équerres solides. C'est sur ces traverses que pose la mangeoire, formée de madriers ou d'un tronc d'arbre creusé dans une forme concave, de 35 centimètres de largeur sur 22 de profondeur. Pour maintenir tous les poteaux en question dans leur position respective, ils sont recouverts d'une sablière ou chapeau arrondi au sommet, et recouvert de fer-blanc ou d'une tôle de zinc. A $1^m,70$ du sol est posée l'arête inférieure du ratelier. La partie du mur comprise entre le dessus de la mangeoire et le dessous du râtelier est revêtue de bois, de planches posées horizontalement sur champ, ou mieux encore en dalles si l'on en a à sa disposition. L'espace dans la largeur de la stalle, du sol à la mangeoire, est également fermé par des madriers : on y pratique quelquefois une porte en trappe afin d'utiliser l'espace en dessous de la mangeoire, pour y placer la paille destinée à la litière.

Pour séparer les stalles les unes des autres, on se sert de barres quand on n'établit point de cloisons. Ces barres se posent à une hauteur de $0^m,94$ du sol : elles doivent être cylindriques et d'environ 8 à 9 centim. de diamètre, ferrées aux deux bouts, avec collier et œillet. L'extrémité à la tête du cheval est fixée par l'œillet dans un crampon, l'autre extré-

mité se fixe au poteau de séparation au moyen d'une petite chaîne suspendue à un crochet. Si un cheval couché se dresse précipitamment, il soulève la barre mobile qui se décroche vers le bas et empêche le cheval de se blesser.

Si au lieu de simples barres de séparation on veut employer des cloisons, elles se feront en bois épais, en madriers posés sur champ. On donne la forme qu'on veut au dessus de ces cloisons, dans lesquelles on évitera avec soin toute arête vive qui pourrait blesser les chevaux.

Le passage derrière les animaux est ordinairement pavé, soit en grès ou pierre dure, soit en briques ou tuiles sur champ ou bien encore en parallélipipèdes de bois, posés également sur champ. Pour plus d'économie on peut donner aux bouts de bois une forme hexagonale ou à six pans.

Des trous à porcs.

On construit souvent les trous à porcs en pan de bois, posé sur un soubassement en pierre ou en bonne brique dure. On peut cependant aussi les élever soit en brique, soit en pierre, quand ces matériaux ne sont pas d'un prix trop élevé.

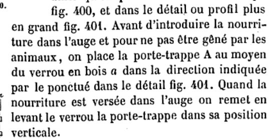


Fig. 400.

Sur le devant on établit une ouverture fermée par une porte-trappe verticale, ainsi qu'on peut le voir dans la coupe fig. 400, et dans le détail ou profil plus en grand fig. 401. Avant d'introduire la nourriture dans l'auge et pour ne pas être gêné par les animaux, on place la porte-trappe A au moyen du verrou en bois *a* dans la direction indiquée par le ponctué dans le détail fig. 401. Quand la nourriture est versée dans l'auge on remet en levant le verrou la porte-trappe dans sa position verticale.

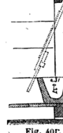


Fig. 401.

Il est convenable d'exhausser le dessus du plancher à environ 30 centimètres du sol; ce plancher sera en madriers de chêne et percé de

trous pour laisser écouler l'urine. En dessous de ce plancher en bois, on établira un dallage qui aura une petite pente pour conduire l'urine vers le lieu convenable. On comprendra que les dimensions de cette construction dépendent du nombre d'animaux qu'elle doit renfermer.

On doit pratiquer des ouvertures au-dessus de la trappe pour donner de l'air et du jour aux animaux. La porte établie sur la face faisant vis-à-vis de l'auge, ou sur un des côtés latéraux, pourra avoir de 1^{m},30 à 1^{m},60 de hauteur sur 65 à 80 centimètres de largeur.

Tout charpentier intelligent comprendra avec nos figures comment il devra établir la porte-trappe avec son verrou.

Des Ponts.

Les ponts peuvent être considérés comme de forts planchers destinés à relier des parties de routes interrompues par des cours d'eau d'une largeur quelconque. Dans l'établissement des ponts, il y a une règle capitale à observer : il ne faut pas qu'un pont rétrécisse ni encombre le lit du courant d'eau au-dessus duquel il est établi. On enfreint cette loi si l'on établit un pont à l'endroit le plus étroit d'une rivière ; au-dessus du chenal, quand les rives de cette rivière n'ont que peu d'élévation : ou encore si l'on établit la charpente ou les arches en maçonnerie d'un pont à une trop petite élévation au-dessus du niveau ordinaire de l'eau de sorte que lors d'inondations ou de débâcles de glaces, l'eau et les glaçons rencontrent un obstacle et ne trouvent pas une issue suffisante dans l'ouverture ou les ouvertures du pont. Le lecteur est à même de déduire les conséquences funestes qui résultent de la non-observation de la règle posée plus haut. On sait ce que produisent les inondations qui emportent souvent les ponts qui sont une de leurs causes ou qui contribuent puissamment à les aggraver.

Les ponts les plus simples construits en bois sont ceux qui sont formés de pièces de charpente horizontales qui supportent des pièces horizontales et transversales, dont l'ensemble constitue le plancher ou tablier du pont. Les poutres destinées à supporter le plancher sont posées sur les points

d'appui opposés: ces poutres doivent être placées parallèles entre elles et avec l'axe du pont, afin d'offrir un support suffisant aux madriers transversaux formant le plancher ou voie sur laquelle hommes, chevaux et voitures doivent passer. Les poutres longitudinales sont souvent renforcées d'une manière très-simple ou d'une manière compliquée. Si le pont n'a pas une grande étendue en longueur, et s'il ne consiste qu'en une seule ouverture, l'extrémité des maîtresses poutres repose de chaque côté sur des murs de maçonnerie ou sur des culées en charpente. Mais si la distance d'une rive à l'autre est trop considérable, et qu'il y ait à craindre qu'il ne s'opère des ruptures aux poutres soit par leur propre poids, soit par le poids qui passera dessus, soit encore que la dimension des bois ne permette pas l'emploi d'une poutre d'une seule pièce, mais qu'il soit nécessaire d'en mettre deux ou plus à bout les unes des autres, dans ces cas on établit des *piles* en pierre ou des palées en pieux. L'ouvrage de charpente ou de maçonnerie compris entre deux piles est nommé travée. Il est aisé de comprendre que la longueur d'une travée a des limites, que cette longueur ne doit pas dépasser dix-huit mètres, et cela parce que les maîtresses poutres, s'étendant d'une pile à l'autre, doivent être d'un seul morceau et offrir dans toute leur étendue un égal équarrissage.

Les ponts en charpente se composent :

1° De culées, 2° de palées, 3° de longerons, 4° du plancher ou tablier, 5° de balustrades, de garde-corps ou garde-fous et 6° des brise-glace.

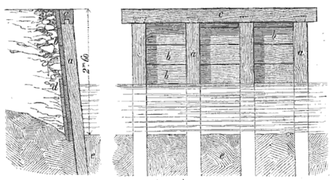
Les culées ont d'abord pour but de servir de points d'appui aux extrémités des poutres longitudinales, ensuite de souder ou lier le pont au rivage; les culées sont encore destinées à résister à la poussée des terres de remblai qu'on peut avoir été obligé de pratiquer. Si les culées sont exécutées en charpente, le choix du bois en déterminera la durée. Comme les pieux dont elles sont formées sont exposés à la variation du niveau des eaux, on ne doit compter que de trente à quarante années pour leur durée s'ils sont en bois de chêne ou de mélèze et de quinze à vingt ans s'ils sont en bois de sapin.

Pour que les pieux employés dans les culées en bois puis-

sent résister à la poussée des terres qu'ils doivent soutenir, il faut que ces pieux soient enfoncés dans le sol à une profondeur égale à leur hauteur au-dessus du niveau de l'eau. Quand l'élévation de la culée est petite ou moyenne les pieux sont enfoncés verticalement; mais quand les culées sont élevées et soutiennent de fortes masses de terre, on doit leur donner une direction oblique vers la rive, et cette obliquité devra être d'un douzième de leur longueur. La distance des pieux entre eux, est réglée selon la force ou dimension des madriers destinés à former la paroi intérieure de la culée, ou cloison. Si les madriers ont cinq centimètres d'épaisseur, par exemple, la distance d'un pieu à l'autre devra être d'un mètre; s'ils ont huit centimètres leur distance sera de $1^{m}35$, s'ils ont dix centimètres on leur donnera de $1^{m}60$ à $1^{m}90$ d'espacement.

Si l'action de l'eau est à craindre, il faut empêcher le délayement des terres au moyen d'un petit batardeau construit directement derrière les pieux ou directement à la suite des madriers et un peu plus haut que le niveau le plus bas des eaux, ou bien on établira une double cloison de madriers en contrariant leurs joints, cloison qu'on montera jusqu'au niveau indiqué. Comme la poussée ou pression des terres contre le mur en charpente augmente en raison du carré de la hauteur, il faut maintenir et consolider l'ouvrage en bois au moyen d'autres pieux placés en arrière et à distance des premiers et reliés entre eux au moyen de pièces de bois placées obliquement et boulonnées aux pieux de front et de telle sorte qu'elles soient d'équerre sur ces derniers.

Nous donnons dans le figure 402 la face et la coupe de la charpente d'une culée de $2^{m}60$ d'élévation. Les pieux carrés *aa*, sont enfoncés à environ $1^{m}15$, de milieu en milieu, les uns des autres, leur inclinaison (fig. 402) est d'un douzième de leur hauteur, assemblés dans un chapeau ou sablière *c*, pour les maintenir dans leur position. Derrière ces pieux est établie en madriers la cloison formée des madriers sur champ *b b*, et posés horizontalement. Ils sont cloués sur les pieux *a a* dans toute leur élévation; derrière cette première cloison, s'en élève une seconde moins haute *d*, qui part du sol *e* et qui se termine un peu plus haut que le niveau le plus bas des


Fig. 402.

eaux. Cette seconde cloison est clouée sur la première, en ayant soin de contrarier ses joints avec ceux des madriers de la première. Les joints supérieurs de la cloison *b*, seront recouverts au moyen de lattes qu'on clouera alternativement sur l'un et l'autre madrier, et sur la face intérieure, celle qui recevra les terres.

Il faut que cet ouvrage en charpente soit fait avec soin et précision. Il faut qu'en façade les pieux se présentent dans une direction bien verticale. Il faut ensuite que les madriers soient posés horizontalement avec exactitude, afin que leurs joints soient parallèles au niveau de l'eau; car si cela n'avait pas lieu, cette défectuosité nuirait au bon aspect que l'œuvre doit avoir, et puis nuirait encore à sa solidité.

Les palées simples sont composées d'une seule file de pieux, enfoncés et fixés dans l'eau (dans le lit de la rivière) suivant la direction de son cours. Quand la rivière est peu profonde, les pieux peuvent être d'une seule pièce; cette méthode offre néanmoins des inconvénients qu'il faut éviter, car la partie des pieux formant la distance entre la hauteur des plus basses eaux et le niveau des hautes eaux, se trouve nécessairement alternativement exposée à l'humidité et à la sécheresse, et par là tend à se pourrir. Cette partie des pieux exige donc un renouvellement tous les quinze ou vingt ans. Il est donc préférable d'établir des palées formées de pieux recepés et moisés un peu au-dessous des basses eaux et sur lesquels

on assemble des poteaux pour recevoir le plancher du pont.

On doit donner aux pieux d'une palée la force convenable pour supporter le pont et les fardeaux qui passeront dessus; ensuite il faut qu'ils soient enfoncés à une bonne profondeur déterminée par la nature du sol et la hauteur ou profondeur des eaux; il faut enfin que ces pieux résistent à la pression et au choc des glaces et ne soient jamais ébranlés. La profondeur à laquelle on doit enfoncer les pieux de palée, pour donner un guide dans cette opération, peut être un tiers et jusqu'à la moitié de leur hauteur. Leur diamètre est déterminé par la hauteur de la palée au-dessus du sol ou fond de l'eau. Pour une hauteur de 2 à 3 mètres, ils auront de 21 à 24 centimètres de diamètre; pour 3 à 4 mètres, 27 à 30 centimètres; de 5 à 10 mètres, 35 centimètres à 375 millimètres.

La distance de milieu en milieu de ces pieux est en rapport avec les diamètres que nous venons d'indiquer; elle peut varier de 75 à 90 centimètres et jusqu'à un mètre. Si cette distance est plus considérable, il faut aussi donner un plus fort diamètre aux pieux. Si on les enfonce à $1^{m}25$ par exemple les uns des autres et qu'ils aient 5 mètres de hauteur, il faut qu'à leur extrémité supérieure ils aient au moins 45 centimètres. Il faut employer de préférence pour les pieux de palée du bois équarri, si c'est du chêne dont on se sert. Si au contraire on emploie du mélèze ou du sapin, on peut leur laisser leur forme naturelle et se contenter de les écorcer. Pour mieux résister à la charge qu'ils doivent supporter, la direction verticale des pieux est préférable à l'obliquité; l'expérience a cependant prouvé la solidité de palées dont le pieu du milieu ou deux ou trois pieux du milieu étaient verticaux et les autres enfoncés obliquement.

Quand la profondeur et le courant de l'eau l'exigent, on établit une palée à deux rangs ou files de pieux, embrassés sur la longueur par des moises; d'un rang à l'autre on pratique des pièces transversales ou entretoises, sur lesquelles sont posés les poteaux, dont le pied est assuré par un troisième cours de moises, boulonnées entre elles et avec les entretoises.

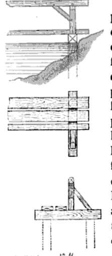
Les longerons sont de maîtresses pièces de la longueur du pont, posées d'une culée à l'autre et parallèlement à l'axe du

pont. La pièce horizontale et transversale qui couvre la palée reçoit les têtes des pieux et est nommée *chapeau*. D'autres petites pièces posées parallèlement à l'axe du pont et nommées *sous-longerons*, sont assemblées par entailles réciproques sur le chapeau, au-dessus des pieux; ils sont destinés à donner plus d'assiette aux longerons, qu'ils soulagent et qui s'assemblent en fausses coupes au-dessus de chaque palée. Indépendamment de la charge permanente du tablier ou plancher du pont, les longerons ont encore à supporter le poids des voitures et des fardeaux qui passent dessus : on admet que le plus pesant fardeau qu'un pont ait à subir est une foule nombreuse d'hommes occupant toute la superficie de ce pont. Pour se faire une idée de la charge que pourrait occasionner une foule, il faut savoir qu'il peut se trouver vingt-quatre personnes réunies sur quatre mètres superficiels, lesquelles au poids moyen de 62 kilogrammes chaque, produiraient une charge de 1488 kilogrammes.

La même superficie ne peut contenir que deux hommes à cheval, lesquels estimés à raison de 375 kilogrammes, produiraient pour quatre mètres 750 kilog. c'est-à-dire une charge moitié moindre que celle que pourrait produire une foule de gens à pied.

Des Passerelles.

La passerelle est le plus simple et le plus petit pont qu'on puisse construire. C'est un pont étroit, établi sur les chemins qui bordent les rivières et formé avec plus de simplicité que les ponts sur longerons, lorsqu'il ne doit livrer passage qu'à des piétons, sur des ravins ou sur les petits cours d'eau affluents. Les plus simples passerelles sont composées de deux madriers épais et n'ont de garde-corps que d'un côté. Quand ces madriers n'ont pas au-delà de $4^m,50$ de portée, leur force suffit pour le passage des piétons. On établit quelquefois des passerelles de construction assez solide pour permettre le passage des bestiaux; dans ce cas, les madriers formant le plancher sont fixés sur des longerons, et des garde-corps sont établis de chaque côté.


Fig. 403.

La passerelle se compose 1° de quatre pieux, dont deux sont enfoncés de chaque côté du cours d'eau dans la rive au niveau des eaux ordinaires; 2° de deux traverses, fixées l'une sur chaque couple de pieux et destinées à recevoir le plancher; 3° du plancher, formé de deux madriers fixés sur les traverses à chaque extrémité; 4° de deux potelets, assemblés sur les traverses vers leur milieu et 5° d'une pièce de bois assemblée longitudinalement sur les potelets pour former le garde-corps. Les potelets sont consolidés par des contre-fiches, assemblées à tenon et mortaise dans ces derniers ainsi que dans les traverses. D'autres contre-fiches, consolident les potelets avec le dessus du garde-corps.

Si l'on ne peint pas les bois de la passerelle, il sera convenable de goudronner les pieux, les assemblages, ainsi que le *dessous* de toutes les pièces de charpente, afin de les garantir de l'humidité. C'est une précaution peu difficile à prendre et peu coûteuse, et qui donnera une plus longue durée à la passerelle.

Quand la passerelle est destinée au passage de bestiaux, il faut lui donner une plus grande largeur que celle que nous avons indiquée précédemment. Il faut en outre que les madriers soient jointifs, c'est-à-dire qu'ils se joignent, pour que les pieds des moutons, par exemple, ne puissent pas s'y engager. On établira aussi des *deux* côtés un garde-corps pour que les bestiaux ne puissent pas tomber dans l'eau.

Si l'on voulait établir une passerelle invisible de loin, au lieu de potelets en bois on se servirait de montants en fer et l'on réunirait ces montants au moyen d'un ou de plusieurs forts fils de fer peints en brun foncé ou en vert, en se servant de vert-de-gris. Si la passerelle devait être fréquentée par des enfants, il faudrait employer, au lieu de fil de fer, un treillage à mailles également en fil de fer.

Des ponceaux et des brise-glace.

Les ponceaux sont des ponts de peu de longueur qui rattachent l'une à l'autre des parties de routes interrompues, soit par des routes inférieures, soit autrement; ces ponceaux ont donc à supporter d'assez lourds fardeaux.

Le plancher d'un pont doit toujours avoir un haut degré de solidité et de durée. Il est d'habitude formé par une rangée de madriers posés en travers du pont et des longerons. Mais comme les voitures usent la face supérieure de ces madriers quand le pont est très-fréquenté, on est dans l'usage de placer sur cette première rangée de madriers, une seconde rangée, qui ne recouvre la première que dans la superficie parcourue par les voitures. Les madriers de la rangée inférieure doivent toujours former saillie dans le vide sur la face verticale extérieure des deux longerons extrêmes. Les joints des madriers supérieurs doivent toujours tomber au milieu des madriers inférieurs et jamais sur leurs propres joints. Il est aisé de comprendre quelle sera la facilité avec laquelle on pourra restaurer le plancher du pont dès que les madriers supérieurs seront usés par le frottement des voitures et les pieds des chevaux, tandis que les madriers inférieurs resteront pour ainsi dire constamment intacts.

On établit quelquefois des planchers sur des ponts en bois au moyen d'une couche de gravier ou d'un pavé posé sur forme de sable reposant sur des madriers. Cette sorte de plancher a de grands inconvénients, car elle entretient une humidité permanente qui n'est pas longtemps à attaquer et à endommager tous les bois du pont. On ne devrait se servir de cette espèce de plancher que pour les ponts couverts, dans lequel ce dernier est à l'abri des eaux pluviales.

Si cependant il y avait nécessité absolue d'établir un plancher en macadam ou en pavés, il faudrait adopter une disposition avec trottoir élevé pour les piétons, avec pavés et rigole pour l'écoulement de l'eau. Nous ferons remarquer qu'au lieu de pavés en grès, on peut se servir de pavés en bois debout ou de champ pour former le plancher d'un pont de bois. Il ne

faudrait pas poser les pavés de bois immédiatement sur les madriers transversaux, mais recouvrir ces derniers d'une couche de sable ou de gravier fin de quelques centimètres d'épaisseur.

Les garde-corps ou balustrades des ponts sont destinés à la sécurité des passants et leur plus ou moins de travail et de richesse sert à l'ornementation de l'œuvre. Il faut que leur dimension et leur forme soient en rapport avec la construction du pont. Plus un pont est près d'une habitation, plus aussi le garde-corps peut être compliqué, orné et soigneusement travaillé. Si le pont est solitaire, à l'écart ou hors de vue, son garde-corps doit être combiné de manière à n'offrir que de la solidité et de la sécurité. Dans ce cas, la balustrade peut être très-simple et n'être formée que de montants, de pièces horizontales et longitudinales, maintenus par des contre-fiches. Dans les ponts élevés par les particuliers dans leurs propriétés, l'élévation des garde-corps est tout à fait arbitraire et dépend du goût du constructeur; elle peut varier entre 90 centimètres et $1^m,20$.

Les brise-glace sont des combinaisons de pièces de charpente assemblées qu'on établit surtout en amont du pont pour préserver les palées du choc des glaçons. Les brise-glace sont formés d'un ou de deux rangs de pieux non parallèles, mais qui se réunis-

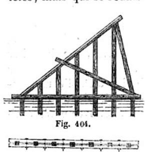


Fig. 404.

Fig. 405.

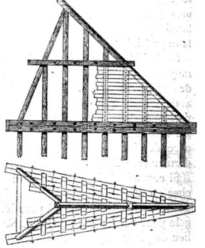


Fig. 406 et 407.

sent en pointe et qui sont d'inégales grandeurs, en sorte que le moins élevé sert ce qu'on nomme d'éperon. Ils sont recouverts d'une pièce de bois ou chapeau posé en rampant.

Les fig. 404, 405, 406 et 407 les feront suffisamment connaître et comprendre.

Ponts en pierre.

Le pont est une construction qui établit une communication directe et facile entre deux points séparés par un espace qui ne pourrait être franchi autrement sans rencontrer de grands obstacles, qui augmenteraient les difficultés s'ils ne la rendaient pas impossible. On sait que les ponts sont établis sur des fleuves, des rivières, des ravins, des fossés, des marais, etc. Un pont peut avoir une ou plusieurs arches, dont le nombre est déterminé par la distance l'un de l'autre des deux points qui doivent être réunis.

Les ponts se composent de culées, de piles, de voûtes, d'une chaussée et de garde-corps. La culée ou butée est un massif de pierre dure de formes diverses, qui arc-boute la poussée de la première et dernière arche du pont. Toute arche a naturellement une tendance à exercer une poussée ou une pression sur son point d'appui ou culée, à la renverser ou à causer un glissement des assises les unes sur les autres, et c'est cette tendance qu'il faut combattre et annihiler. Le premier moyen consiste à continuer la construction de l'arche à travers la culée, jusqu'à ce qu'elle rencontre une fondation solide ainsi que le montre la fig. 408. Le second moyen consiste à donner à la forme de la culée en plan celle d'un arc horizontal avec deux murs remplissant l'office de contreforts, et qui retiennent la buttée ou la poussée. Le troisième moyen consiste à unir les assises les unes aux autres

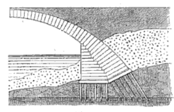
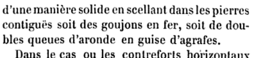

Fig. 408.

Fig. 409.



d'une manière solide en scellant dans les pierres contiguës soit des goujons en fer, soit de doubles queues d'aronde en guise d'agrafes.

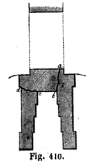


Fig. 410.

Dans le cas ou les contreforts horizontaux d'une culée seraient bâtis ainsi que le fait voir la fig. 410, la poussée des terres aura une tendance à les rompre à leur jonction avec la culée proprement dite, ainsi que l'indiquent les lignes *a b*, *c d*. Pour éviter cet inconvénient très-vicieux, on obtiendra une solidité identique et avec un volume de matériaux égal, en construisant un certain nombre de petits murs longitudinaux et transversaux. Cette espèce de grillage en maçonnerie offre une grande résistance, les terres sont fortement retenues sur plusieurs points divers, et, enfin, la pression se trouve pour ainsi dire annihilée, répartie qu'elle est en plusieurs endroits fig. 411.

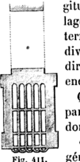


Fig. 411.

Quant aux piles, leur construction n'est qu'une partie de l'ensemble des constructions dans l'eau dont nous avons parlé plus haut.

« Les voûtes des ponts, dit Bruyère, présentent généralement à l'intrados une surface cylindrique, dont la génératrice s'appuie constamment sur une courbe d'espèce variable suivant les circonstances. Cette courbe peut être une demi-circonférence de cercle ou une demi-ellipse; mais on substitue le plus ordinairement à cette dernière, une courbe à plusieurs centres, nommée *anse de panier*. Les anciens ont presque toujours adopté le demi-cercle pour les arches de leurs ponts. Cette forme, qui satisfait le goût, est en même temps la plus favorable à la solidité et à l'économie; elle paraît donc préférable toutes les fois que les données peuvent le permettre. On ne peut cependant se dissimuler qu'elle n'est pas propre à l'écoulement des grandes eaux, parce que l'étendue des tympans diminue la largeur du débouché, surtout au moment où il faudrait pouvoir l'augmenter. Les avant-becs (1), tels qu'on les construit, ne

(1) On nomme ainsi les deux éperons de la pile d'un pont.

pouvant embrasser toute l'étendue entre les deux arcs, défendent très-imparfaitement les arêtes contre les eaux et les corps flottants.

Les inconvénients dont on vient de parler sont communs aux arches en demi-cercle et en anse de panier. L'inconvénient relatif à l'écoulement devient très-grave, lorsque le rapprochement des deux rives ne permet pas de compenser, par la largeur totale du débouché, les pertes dues à la forme des tympans, et cette dernière considération a fait souvent accorder la préférence aux voûtes en portion de cercle, dont les naissances sont placées au-dessus des grandes eaux ordinaires. »

Ce que nous avons dit des voûtes s'applique en partie aussi aux arches des ponts en pierre. Après avoir donné quelques détails sur certaines arches à plein cintre, en anse de panier et en arc de cercle, Rondelet dit : « Il n'est pas possible de donner de règles générales pour le choix qu'il faudra faire entre ces différentes espèces d'arches; on se décidera dans chaque cas particulier d'après les circonstances locales qui pourront se présenter. La surface du débouché qu'il faudra donner à la rivière, les hauteurs relatives des plus grandes et des plus basses eaux, celle à laquelle on sera maître d'élever la surface du pavé du pont, *l'obligation où l'on sera quelquefois de laisser la liberté de détruire une arche*, *et par conséquent de faire faire aux piles la fonction de culées,* fourniront les principaux motifs du parti qu'on prendra sur cet objet. Il faudra aussi faire entrer en considération la nature des matériaux que l'on aura à sa disposition, et le degré de résistance qu'ils pourront offrir (1). »

Nous croyons opportun de consigner ici quelques indications sur la combinaison des cintres destinés à la construction des arches de ponts en pierre. Le cintre d'une arche est l'assemblage d'une charpente temporaire, destinée à la supporter pendant sa construction. Cette charpente est formée d'une quantité de pièces placées dans plusieurs directions sur lesquelles est enfin posée la suite de couchis qui reçoit les voussoirs.

(1) Rondelet, *Traité théorique et pratique de l'art de bâtir.* Paris 1862, 12e édition, t. IV, p. 339.

Dans la combinaison des cintres dont nous nous occupons, il y a trois points essentiels à considérer et à observer. 1° Il faut qu'ils présentent une solidité suffisante pour prévenir tout tassement ou altération de forme pendant l'édification de l'arche. 2° Il faut aviser aux moyens de pouvoir donner du jeu ou de baisser les cintres graduellement en dessous de tous les points quelconques de l'arche. 3° Comme l'établissement de cintres nécessite généralement l'emploi d'une grande quantité de bois de charpente et temporairement seulement, il faut éviter autant que possible toute détérioration inutile de bois, afin que leur valeur soit aussi peu diminuée que possible dans l'emploi futur qu'on en pourrait faire.

Dans les cintres pour les ponts, *il faut éviter autant qu'il est possible de faire traverser deux pièces l'une sur l'autre par des entailles, comme les croix de saint André*, etc., etc. ; *car les deux pièces disposées ainsi n'ont pas plus de force qu'une seule au point où elles se croisent*. On doit donc écarter entièrement certaines combinaisons, d'ailleurs très-ingénieuses, mais dont l'exécution entraîne l'emploi de cette vicieuse disposition.

Comme exemple, nous citerons la ferme des cintres des arches du pont de Waterloo à Londres, commencé en 1811 par l'ingénieur John Rennie et livré à la circulation le 18 juin 1817. Chaque arche a 36^{m},57 de largeur sur 10^{m},66 de hauteur. Rondelet donne planche 126, figure 11, le dessin de ces cintres, que le petit format de notre volume nous a empêché de reproduire pour être d'une utilité réelle. Nous renvoyons donc à Rondelet. C'est là que l'auteur a donné une preuve de sa haute intelligence, en imaginant de recevoir les extrémités opposées des pièces dans une espèce de moyeu en fonte, dans lequel elles s'emboîtent comme les raies d'une roue, et transmettent ainsi directement tout l'effort du poids sur les points solides.

Des ponts pour parcs et jardins.

Nous avons indiqué la construction de ponts en bois à plancher ou tablier horizontal. Il nous reste à parler d'un genre de ponts d'un aspect plus agréable et plus élégant et qu'on a l'habitude d'employer quand ils sont en vue soit dans un parc, soit

dans un jardin. Ces ponts légers ne sont destinés qu'aux piétons, parce qu'ordinairement ils ne sont construits que pour relier des portions de chemins séparées les unes des autres par des cours d'eau de peu de largeur. Dans cette catégorie de ponts les planchers sont circulaires, bombés, et forment une portion d'arc sur la largeur de l'eau à passer. Les ponts cintrés dont nous parlons ont été inventés par Palladio, célèbre architecte italien, mort en 1580. Dans ces ponts cintrés, les armatures des parapets forment une espèce de voûte ou de cintre, composé de voussoirs en bois divisés par les poinçons, reliés par de

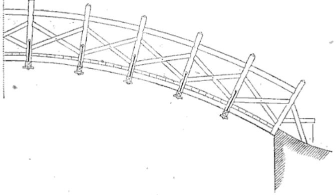


Fig. 412.

doubles contre-fiches en croix de Saint-André, les sablières et les pièces de dessus formant appui. Les poutrelles qui soutiennent le plancher du pont sont suspendues aux poinçons par des étriers ou tirants de fer; ces poutrelles, à largeur égale entre les rives, peuvent être moins grosses, ainsi que les solives, la longueur du pont étant divisée en onze travées. Le parapet, qui a pour hauteur la longueur d'une de ces travées, a moins du douzième d'élévation.

Cette disposition, qu'on peut aussi utiliser pour des ponts où doivent passer des voitures, n'offre cependant qu'une solidité plus apparente que réelle, parce qu'elle présente une combinaison plus susceptible de varier dans ses assemblages, à cause de la compression, de l'élasticité et du déssèchement auxquels les

bois sont sujets. De plus, les fardeaux mobiles tendent, en montant et en descendant, à comprimer alternativement la partie où ils se trouvent, et à faire relever celle qui lui est opposée. Ce mouvement détruit avec le temps la fermeté des assemblages.

Ainsi que nous l'avons dit en commençant, ces ponts cintrés ne conviennent que pour des parcs et des jardins où ne passent que des piétons.

Une autre combinaison dans laquelle le plancher n'est pas de niveau consiste en armatures formant en dessus une partie de polygone, avec des poinçons contreventés par de doubles contre-fiches en croix de Saint-André. Les pièces A formant les côtés extrêmes des polygones sont doublées. De plus, les premières travées sont soutenues en dessous par des contre-fiches B. Les poutres transversales sont suspendues aux poinçons par des étriers de fer.

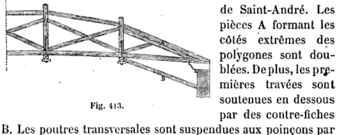


Fig. 413.

Ce genre de pont, construit avec soin peut permettre le passage de voitures peu chargées et d'équipages de maître.

Les deux combinaisons dont nous venons de parler ne peuvent convenir que pour des ponts de cinq à six mètres de longueur. Ceux qui seraient en dessus de cette dimension exigeraient des fermes intermédiaires pour soutenir la portée des poutres transversales.

Pour les petits ponts de parcs, on se sert souvent avec avantage et succès de bois courbés qui offrent une très-grande solidité. Voici comment on s'y prend pour courber les bois. On enfonce en terre des pieux dont les différentes hauteurs sont déterminées par la courbe plus ou moins prononcée qu'on veut donner au pont. A l'extrémité supérieure de ces pieux on pose des traverses de bois en grume, fixées sur les pieux à tenon et mortaise et chevillées. Alors on place sur cette rangée de pieux dont le nombre est arbitraire, la poutrelle à courber. On

commence à l'assujettir au milieu, au moyen d'une chaîne en fer, ensuite on courbe doucement et lentement les extrémités vers la terre, soit avec des poids, soit avec des leviers, et l'on assujettit de même la poutrelle à l'aplomb de chaque pieu vertical. Ensuite pour aider la courbure du bois, on place sous les portions à courber un feu peu ardent, et pendant le temps que le dessous de la poutrelle est échauffée par l'action du feu, on a soin d'humecter avec de l'eau sa partie supérieure. Dès que la pièce de bois est assez courbée pour toucher les petites traverses couronnant les pieux, on la fixe dans cette position avec des chaînes. L'opération de la courbure doit naturellement se faire graduellement du milieu aux extrémités, et cela lentement afin de ne pas faire rompre le bois.

Nous ferons observer qu'il faut pratiquer autant de rangées de pieux qu'on a de pièces de bois à courber : car pour conserver la courbure artificielle qu'on leur a donnée, il faut qu'elles restent en place *au moins* deux mois.

Un pont à deux fins, joignant la légèreté et l'élégance à la solidité, serait celui formé de longerons droits renfoncés des deux côtés du pont par deux pièces de bois courbées. Un pont de cette combinaison pourrait avoir de douze à quinze mètres de longueur. Les longerons sont consolidés à leurs extrémités par des sous-longerons A, boulonnés ensemble. C'est de cette partie doublée comme pied que partent les abouts de la pièce cintrée, abouts également boulonnés sur les longerons et sous-longerons. A une distance de $1^m,05$ à $1^m,75$ seront posés des potelets pour dissimuler les boulons qui consolideront le cintre et les longerons, boulons qui traverseront les potelets et les pièces transversales du pont et destinées à supporter les poutres longitudinales. On peut, si l'on veut orner les espaces vides entre les potelets, de croix de Saint André ou de tout autre combinaison, peindre ensuite les

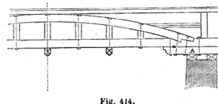


Fig. 414.

longerons en vert de gris et le reste du pont en blanc, afin de dissimuler davantage sa combinaison de solidité.

S'il s'agissait de jeter un pont économique et pittoresque sur un ravin, on pourrait s'inspirer de celui construit par Donegani de 1820 à 1825 sur le Monte Stilvio, dans la Valteline, et qui fait partie de la route de Bormio au Tyrol, la route la plus élevée en Europe, établie à 2,600 mètres au-dessus du niveau de la mer. Le pont en question est formé de cinq cintres de 26 mètres d'ouverture, composés de longerons et de sous-longerons et de pièces obliques formant arcs-boutants. On remarquera qu'il n'y a là point de poinçon ni de croix de saint André et que le longeron principal est parfaitement soutenu dans le vide.

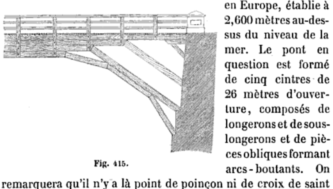


Fig. 415.

Les fig. 416, 417, 418, montrent d'autres exemples de ponts de différents genres et de diverses dimensions.

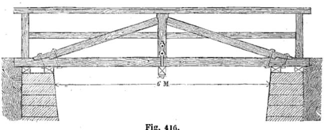


Fig. 416.

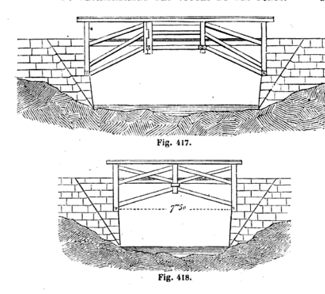


Fig. 417.

Fig. 418.

Du décintrement des voûtes et des ponts.

Au nombre des plus grandes précautions à prendre dans les travaux de bâtiment, il faut ranger le décintrement des voûtes et des ponts en pierre. Nous en avons déjà parlé ailleurs, page 256 de ce volume. Ce qui est surtout indispensable, c'est que l'enlèvement des cintres se fasse sans ébranler la maçonnerie. Il faut ôter les couchis en commençant aux naissances des deux côtés de l'arche et finir au sommet. Les premiers couchis sont aisés à enlever, mais au-delà des points de rupture et surtout près de la clef, la voûte pressant fortement sur le cintre, on ne peut ôter les couchis qu'en ruinant peu à peu les cales avec le ciseau. Le cintre déchargé tend d'ailleurs à se soulever, et cette circonstance augmente la force avec laquelle les derniers couchis sont serrés contre le cerveau de la voûte.

Le système de coins a été remplacé avantageusement par plusieurs constructeurs, pour les voûtes de ponts, par des sacs de forte toile remplis de sable bien tassé, et dont l'ouverture est cousue avec du fil très-fort ou seulement ficelée. Ces

sacs se placent aux mêmes endroits que les coins et ils résistent bien à l'effort considérable de compression auquel ils sont soumis. Quand on veut décintrer, on pratique une ouverture à l'extrémité de chacun des sacs, lesquels se vident alors lentement, et l'on peut activer l'écoulement du sable en le remuant avec une tige de bois ou de fer. Ce moyen simple et économique fournit un décintrement facile, excessivement régulier, sans aucune secousse (1).

Le sable dont on remplit les sacs doit être bien siliceux, et *parfaitement sec :* à cet effet, on le torréfie dans une étuve avant de l'introduire dans les sacs. Ceux-ci sont des manchons de toile forte ouverts par les deux bouts. On serre d'abord l'un des bouts au moyen d'une forte ficelle et l'on remplit le sac de sable, puis on ferme l'autre bout de la même façon.

Pour éviter que le sable ne reprenne de l'humidité, ce qui l'empêcherait de couler au moment nécessaire, on ne place les sacs sous les cintres qu'au moment même où l'on veut opérer le décintrement. Jusque là ceux-ci sont maintenus en place par des cales, des potelets ou des coins jumellés selon ce qui a été précédemment décrit.

Au moment du décintrement, on place le sac entre deux madriers au-dessus et au-dessous desquels on dispose les deux coins jumellés, et on le pose tout contre le support qu'il doit bientôt remplacer. Cela fait, on serre à coup de masse les coins, jusqu'au point où le sable contenu dans le sac entièrement comprimé acquiert la dûreté d'une pierre; il est facile alors de renverser d'un coup de masse ou de hache, le support voisin que dès lors il remplace.

Tous les supports ayant été ainsi remplacés par des sacs à sable, on place près de chacun d'eux des ouvriers chargés de les ouvrir ou en dénouant les cordons et de veiller à l'écoulement régulier du sable, qui commence aussitôt après. A cet effet chaque ouvrier est muni d'un demi-litre en fer blanc dans lequel il reçoit le sable qui s'écoule; dès que le demi-litre est rempli, il ferme le sac jusqu'à un nouveau commandement pour l'ouvrir et continuer l'opération.

(1) *Pratique de l'art de construire*, par Claudel et Laroque, 1859, p. 425.

Il arrive parfois que le sable s'arc-boute dans les sacs et que l'écoulement cesse. Dans ce cas, l'ouvrier dégage l'obstruction qui s'est formée, au moyen d'un crochet en fer dont il est pourvu, et généralement l'opération se poursuit ainsi régulièrement et sans encombre jusqu'au moment où la voûte cesse de s'appuyer sur le cintre (1).

Du salpêtre sur les parois des murs.

Quand les matériaux dont nous nous sommes occupé sont exposés ou soumis à certaines conditions, il se produit un phénomène curieux, peu expliqué malheureusement jusqu'à ce jour. Dans les lieux humides, les murs de nouvelle construction se couvrent souvent d'une substance cristalline, d'une apparence laineuse et blanchâtre, d'une saveur légèrement acidulée et qui se fait jour à travers n'importe quelle couche de peinture. Et comme dans son efflorescence cette substance absorbe l'humidité de l'atmosphère, elle rend les parois des murs humides et fait tomber la peinture en écailles plus ou moins étendues.

Les murs couverts de cette substance sont vulgairement dits *salpêtrés*. Et en effet le salpêtre est produit par les matériaux employés à la construction de ces murs. L'effet fâcheux et désagréable que ce phénomène produit sur les décorations, tant intérieures qu'extérieures, n'a cessé de rendre la recherche de sa cause d'un grand intérêt pour l'architecte et pour le constructeur.

A proprement dire, le salpêtre est du nitrate de potasse; mais quoique considéré comme la seule cause du phénomène dont nous nous occupons, le salpêtre est loin d'être la seule substance produite dans certaines occasions; on rencontre souvent le nitrate de soude et le chloride de potassium en connexion avec le salpêtre lui-même.

Il semble que peu de chimistes aient fait attention à ce fait, que presque toutes les pierres calcaires contiennent une certaine quantité de soude et de potasse, ou du moins il n'est pas question de leur présence dans les analyses qu'on trouve

(1) *Guide pratique du constructeur. Maçonnerie;* par A. Demanet, 1864, p. 165, 166.

dans les ouvrages de chimie. Le général Freussart fut peut-être le premier qui porta son attention sur ce sujet, lorsqu'il dit que les ciments artificiels différaient de ceux obtenus par les concrétions pierreuses ou septaria, en tant que ces dernières contenaient une petite dose de l'un ou de l'autre de ces oxydes métalliques. Mais il s'en tint purement à cette énonciation, qui n'eut point d'influence sur la question qui nous occupe.

Les chimistes des derniers siècles croyaient pouvoir expliquer la production du salpêtre au moyen de la combinaison du nitre qui se montrait sur les parois des murs (né d'une combinaison primitive de l'oxygène de l'air avec l'azote produit par la décomposition des matières animales que contenaient les matériaux de construction) avec les oxydes métalliques que ces parois pouvaient contenir. Cette théorie resta incontestée jusqu'à ce que M. Longchamp en proposa une autre, au moyen de laquelle il cherchait l'explication du phénomène de la production du nitre, en supposant que les carbonates de chaux et de magnésie, suffisamment pulvérisés et humectés, pouvaient absorber l'air, le condenser, et le transformer en acide nitrique avec le temps, ou après condensation le mettre dans un état qui pourrait le forcer à s'allier avec la chaux et la magnésie, faisant naître ainsi les nitrates de ces deux substances, en le rendant d'autant plus apte à se combiner avec le potassium si surtout il existait sous la forme de carbonate.

Dans tous les cas, l'existence de bases puissantes, comme la craie et la magnésie, ou le potassium, semble indispensable, et ces bases demandent à être dans un haut degré de pulvérisation. De la chaux crayeuse ou une pierre calcaire extrêmement poreuse sont favorables à l'action du nitre. Les marbres et l'espèce la plus dense des pierres à chaux se nitrifient très-difficilement, à peine tout à fait paraît-il; et les chaux qui en sont tirées jouissent d'une exemption correspondante de cette défectuosité. Thouvenel semble croire que ces bases se nitrifient seulement quand elles sont à l'état de carbonates. Mais la facilité extraordinaire avec laquelle les sulfates de chaux font naître la formation du salpêtre n'est pas de nature à persuader de la généralité de la règle.

Quelle que soit la théorie qu'on admette pour expliquer la

présence du nitre, il semble qu'il existe certaines conditions qui facilitent la production du salpêtre. D'abord un certain degré d'humidité égal environ à celle qu'a la terre des jardins, est favorable à cette production. Il n'y a point de nitrification à 0 degré centigrade ; elle est la plus abondante entre 15°,56 et 21,11. En Suède on croit que la nitrification est retardée par la lumière, et l'on cherche toujours une exposition au nord ; mais il y a lieu de croire que le fait ne dépend pas autant de l'absence du soleil, mais plutôt des effets des vents du nord qui hâtent l'évaporation et qu'on désire ardemment dans les fabriques du nitre artificiel. Et au fait, la lumière semble être sans influence dans son action. Les conditions les plus favorables pour la formation du nitre se trouvent réunies dans les caves et autres emplacements souterrains; ce fut effectivement de ces lieux que pendant les guerres les chimistes français tiraient le salpêtre nécessaire aux manufactures de poudre à canon, et plus spécialement encore des démolitions de caves hourdées en plâtre au lieu de mortier de chaux. Les matériaux les plus riches dans ce genre contiennent quelquefois de 5 à 7 pour 100 de salpêtre.

Il est impossible cependant d'attribuer la présence du nitre entièrement à la décomposition des substances animales contenues dans les matériaux de construction. Dans bien des cas ces matériaux sont soumis temporairement à un tel degré de chaleur qu'elle arrêterait les progrès de la décomposition ; toutefois, pour la brique on voit paraître la nitrification presque immédiatement après leur exposition à l'air. Il est donc difficile d'expliquer de cette manière la formation constante de nouveaux cristaux de nitrate de potasse, telle qu'elle s'opère dans les cavernes de Ceylan et dans celles de La Roche-Guyon, département de Seine-et-Oise. Il est vrai que dans la fabrication artificielle du nitre cette matière est obtenue au moyen du mélange de terres calcaires avec des matières animales en décomposition, mais celles-ci demandent à être employées dans une proportion si considérable, qu'on doit hésiter avant d'admettre qu'elles soient l'unique source d'où les matériaux de bâtiment tirent les quantités qui leur conviennent. On est donc forcé de chercher l'explication du phéno-

mène dans l'action des bases chimiques sur les éléments constitutifs de l'atmosphère. On sait que l'azote et l'oxygène se combinent sous la forme d'acide nitrique à l'aide du fluide électrique et par l'influence de l'eau. La présence de bases aussi énergiques que la chaux et la magnésie peut peut-être équivaloir à l'électricité, surtout comme la porosité des matériaux les met à même d'agir à la fois sur de plus petites quantités.

Les principaux points de cette intéressante question chimique se résument donc pour le constructeur :

1° L'eau et le sable de mer ne devraient jamais être employés pour faire le mortier et gâcher le plâtre dont les travaux seraient destinés à recevoir de la peinture une sorte de décoration quelconque, comme papiers peints, stucs, etc., etc. Pour des ouvrages extérieurs on peut employer le sable de mer en le lavant suffisamment dans de l'eau douce et après l'avoir exposé au moins pendant six mois à l'air : mais il n'est pas certain que ce sable ne soit pas cause d'une nitrification; or comme les conditions de la température à l'intérieur sont plus favorables à cette action qu'en plein air, il y a lieu d'admettre que la nitrification s'opérera à l'intérieur. Il est toujours dangereux d'employer du sable de mer; il est donc prudent de le remplacer, la dépense fût-elle même plus considérable.

2° Quand on se trouve absolument forcé d'employer des matériaux qu'on sait exposés aux inconvénients de la nitrification, il est convenable de prendre dès l'origine des précautions dans le but de prévenir l'action de l'air sur les ingrédients chimiques contenus dans les matériaux. On voit que quelle que soit la manière dont les bases chimiques absorbent le nitre, soit qu'elles décomposent les substances animales, soit qu'elles condensent les gaz, on voit, disons-nous, que l'absorption ne peut avoir lieu à moins que l'air ne se trouve en contact avec l'intérieur de la construction. Donc si l'on garantit l'intérieur au moyen d'une couche de peinture ou d'encaustique, par exemple, on arrêtera vraisemblablement l'action de la nitrification. Il est cependant douteux qu'en peignant le ciment romain aussitôt qu'il est sec on arrive à ce résultat; et si on le laissait pendant quelque temps sans peinture, il se-

rait trop tard pour l'appliquer, car l'air aurait pénétré dans les pores du ciment, et les nitrates feraient tomber toutes les peintures imaginables.

Une semblable précaution ne peut réussir que si le corps de l'œuvre n'est pas de nature à fournir lui-même son nitre, si l'on peut se servir de cette expression; ou bien si elle est située dans une position et avec des dimensions telles, à ne pas tirer d'ailleurs le nitre. Si par exemple, un mur est bâti en briques fabriquées avec de la terre prise à l'embouchure d'un fleuve, aucune précaution ne pourra empêcher l'apparition du salpêtre. Toute décoration destinée à des murs bâtis dans de telles conditions devra être isolée du mur. Si celui-ci était peu épais et que la couche d'encaustique pénétrât très-avant dans l'enduit, il se peut que l'action du salpêtre ait lieu extérieurement exclusivement. Mais ce cas n'est qu'une pure chance, c'est-à-dire que cette action ne peut être expliquée ni contrôlée et il ne faut donc pas y compter. Nous voyons que dans des murs très-épais le salpêtre n'apparaît pas des deux côtés, mais seulement du côté exposé aux intempéries de l'air. On pourrait peut-être expliquer ce fait en admettant que la chaux de l'intérieur aurait eu le temps de se changer en carbonate parfait avant que l'air ait pu trouver son chemin à travers les pores des substances. Toutefois, si dans des murs épais il se manifeste des progrès, la formation du salpêtre ne s'arrêtera pas, au moins dans un espace de temps moyen.

En dépit de toutes les précautions connues et prises jusqu'à nos jours, on voit à chaque instant les matériaux qui contiennent de la soude et de la potasse frappés par la présence du salpêtre : nombre de constructions nouvelles et de prix sont ruinées par la décomposition qu'il introduit dans les pierres dont elles sont élevées.

Les recherches de M. Kuhlmann sur le sujet qui nous occupe, c'est-à-dire la nitrification des matériaux de construction, sont du plus haut intérêt : elles ont considérablement contribué à éclaircir les points les plus obscurs de la théorie; mais jusqu'à présent on n'a pu vaincre les difficultés pratiques qui dominent encore dans la nitrification des substances qui entrent dans l'édification des bâtiments.

Dans un petit opuscule de M. Kuhlmann, intitulé « *Silicatisation ou application des silicates alcalins solubles au durcissement des pierres poreuses, des ciments et des plâtrages*, etc. » Paris 1858, l'auteur dit, page 74 : « En envisageant la silicatisation des mortiers en dehors de l'influence de la magnésie, j'ai constaté par des expériences nombreuses, mais qui n'ont encore qu'une durée de quelques mois, que l'on obtient de bons mortiers hydrauliques en associant à la chaux grasse non-seulement du sable et des silicates alcalins, mais aussi un peu d'argile. Des mortiers composés de trente parties de chaux grasse, cinquante de sable, quinze d'argile non calcinée et cinq de silicate de potasse en poudre m'ont permis de construire des citernes parfaitement étanches ».

« Ainsi avec une dépense de 5 pour 100 de silicate alcalin sec, ou leur représentant en dissolution, les mortiers acquièrent déjà une grande dureté. »

Du durcissement des pierres et de la peinture par l'application des silicates alcalins.

On a appliqué avec succès les silicates alcalins solubles non-seulement au durcissement des pierres mais aussi à celui de la peinture. Ce nouveau procédé est dû à M. Fréd. Kulhmann.

La dissolution de silicate à 35 degrés, telle qu'elle est livrée au commerce, contient un tiers de son poids de silicate sec ou vitreux. Elle a été fixée à 35 degrés, pour qu'il suffise de l'étendre d'une fois et demie son volume d'eau, pour obtenir le liquide dont le degré de concentration est le plus convenable au durcissement des pierres. Les constructeurs les moins habitués aux manipulations chimiques peuvent donc aisément, moyennant ces indications, approprier aux applications nouvelles le silicate vitreux ou le silicate liquide. La dissolution du silicate vitreux n'est pas sans présenter quelques difficultés ; elle a lieu plus facilement lorsqu'au lieu d'eau pure on emploie de l'eau déjà chargée d'un peu de silicate. La dissolution s'effectue d'ailleurs à la température de l'ébullition dans des chaudières en fer, et pour faciliter l'opération l'on peut pulvériser le silicate ou mieux mettre dans la chaudière un excès de

silicate vitreux en fragments, en ayant soin d'agiter la masse pendant la dissolution.

Les proportions que nous indiquons ne sont pas rigoureusement nécessaires. Une dissolution siliceuse d'un degré de concentration un peu plus élevé peut donner encore de bons résultats; mais il est à remarquer que les dissolutions trop faibles exigent que l'on multiplie les opérations d'imprégnation, tandis que les dissolutions trop concentrées se prêtent mal à une bonne pénétration, et par suite à un durcissement de la pierre.

On peut terminer la silicatisation des pierres poreuses, blanches ou peu colorées, par l'application de dissolutions siliceuses plus concentrées, celle par exemple où à un volume de silicate à 35 degrés on ajoute un volume égal d'eau; et pour éviter que des parties de silicate ne restent non décomposées par l'air et par conséquent légèrement solubles, après quelques jours d'exposition à l'air, il est utile d'arroser les parties silicatisées avec un très-léger lait de chaux et ensuite avec de l'eau pure, pour enlever la chaux surabondante.

Le mode d'application du silicate varie avec la nature des travaux à exécuter. Dans les constructions neuves, l'application peut être faite immédiatement; mais dans les constructions anciennes, il faut préalablement nettoyer les pierres afin de faciliter leur pénétration par la dissolution siliceuse. De simples lavages sont rarement d'une efficacité suffisante; un grattage à vif sera toujours préférable. Mais si cette dernière opération n'était pas possible, il faudrait opérer le lavage avec une brosse dure ou une lessive de potasse caustique : en tout cas, il faudrait bien se garder d'employer de l'eau acidulée.

Si la pierre à durcir n'a qu'un petit volume, comme une statuette, un vase, un détail d'ornementation, l'application de la dissolution siliceuse se fera par une simple immersion, dont la durée sera de quelques heures, et qui devra être répétée plusieurs fois.

Pour des murs de surfaces étendues, on procédera par arrosement à l'aide de pompes à incendie, de pompes ou de grandes seringues à jet divisé. On aura soin de recueillir au pied des murs, au moyen de rigoles en terre glaise, en plâtre

ou en ciment, le liquide en excès qui s'écoulera et qui pourra servir jusqu'à épuisement pour de nouveaux arrosements.

Lorsque la silicatisation ne devra porter que sur des parties distinctes d'un bâtiment, sur des sculptures par exemple, on emploiera des brosses molles, formant éponge et pouvant retenir beaucoup de liquide, afin de fournir aux surfaces à silicatiser autant de dissolution que par l'arrosement ou l'immersion.

Il faudra toujours avoir soin de garantir les vitres et glaces des fenêtres, au moyen de toiles, contre les atteintes de la dissolution siliceuse, qui y laisserait des taches difficiles à enlever, après leur consolidation à l'air.

Entre deux applications successives de la dissolution siliceuse, il faut laisser un intervalle de quelques heures, ou mieux encore un intervalle d'un jour. En général trois applications faites dans trois journées consécutives, suffisent pour durcir convenablement la pierre. Un nombre trop considérable de couches la recouvrirait d'un enduit vitreux d'un aspect miroitant, désagréable, et nécessiterait des lavages à l'eau immédiatement après le dernier arrosement. Il est toutefois des pierres tellement poreuses que cet inconvénient est peu à craindre. Pour ces pierres on est moins exposé à faire abus de silicate, mais la silicatisation devient plus coûteuse. On a obtenu d'excellents résultats en faisant pénétrer dans ces sortes de pierres de nature calcaire, avant la silicatisation, de l'alumine et du sulfate de chaux, par des imbibitions réitérées de dissolution de sulfate d'alumine à 6 ou 8 degrés Beaumé; l'imbibition postérieure des mêmes pierres de dissolution siliceuse donne d'excellents résultats avec une faible dépense.

L'application du silicate au durcissement des pierres peut se faire pendant toute l'année, à l'exception des jours de forte gelée; on choisira un temps couvert de préférence à un temps chaud et sec; si le soleil est ardent, il sera convenable de protéger le travail au moyen de toiles pour éviter une dessiccation trop rapide.

Pour la peinture sur pierre, sur plâtrage, etc., les couleurs broyées, sont délayées dans une dissolution siliceuse d'envi-

ron 25 degrés, obtenue en étendant la dissolution à 35 degrés, dans la proportion de 3/4 de litre d'eau sur un litre de silicate, et appliquées exactement comme la peinture à l'huile ou à la colle. Deux couches suffisent d'ordinaire. Seulement, lorsque l'application doit avoir lieu sur des pierres poreuses, il est utile de silicatiser faiblement la pierre avant l'application de la peinture, pour que la peinture ne soit pas trop vite desséchée par le contact du corps absorbant.

Cette même peinture s'applique aussi très-bien sur bois, pourvu que le bois ne soit pas imprégné de résine, qui repousse la couleur. Il importe aussi que le bois soit sec, car des peintures appliquées sur des matériaux soumis à des inégalités de dilatation ou à de fréquents changements de température résistent difficilement.

L'on ne peut pas appliquer de peintures siliceuses sur des peintures à l'huile ou réciproquement : lorsque le silicate se trouve en contact avec un corps gras, il se produit une réaction chimique qui détériore la peinture; de même des couleurs altérables par les alcalis ne peuvent pas être utilisées dans la peinture siliceuse. Celles qui conviennent le mieux sont les ocres, le bleu et le vert d'outremer, l'oxyde de chrôme, le chromate de baryte, le jaune de zinc, le sulfure de cadmium, le minium, le noir de fumée calciné, l'oxyde de manganèse, le blanc de zinc, le sulfate artificiel de baryte, le noir d'os impalpable connu généralement sous le nom de noir d'ivoire.

Pour la peinture des appartements on emploie un genre mixte, où les silicates n'interviennent que comme moyen de fixation, en permettant le lavage à l'eau.

La peinture se fait d'abord par les procédés ordinaires de la peinture à la détrempe, puis pour fixer les couleurs, on applique au pinceau plat, dit queue de morue, deux couches de silicate de potasse, la première à 10 degrés de l'aréomètre de Beaumé, et la seconde à environ 12 degrés, en laissant entre chaque application siliceuse un intervalle de quelques heures au moins (1).

(1) *Instruction pratique sur l'application des silicates alcalins solubles au durcissement des pierres, à la peinture, etc.*, par Fréd. Kulhmann, Lille, 1864, in-8°, 36 pages.

De la découverte des sources.

Une des premières nécessités pour la construction consiste dans l'eau pour préparer les mortiers et autres usages dans la bâtisse. Le propriétaire est souvent embarrassé quand il ne connaît pas les moyens de s'assurer si le terrain où il veut bâtir lui offre des sources propres à lui donner sur place l'eau indispensable aux travaux qu'il projette. Nous croyons donc utile et convenable de consigner ici quelques renseignements sur l'art de découvrir les sources.

Tout le monde sait qu'on nomme *vallées* les dépressions d'une largeur considérable qui partent du faîte d'une chaîne de montagnes principale et descendent jusqu'à une rivière; *vallons*, celles qui séparent les rameaux ou qui ne forment qu'une petite vallée; *défilés* ou *gorges*, celles qui séparent les contreforts ou éperons (rameaux qui se détachent de la chaîne principale et jettent à leur tour de nouvelles ramifications), ainsi que celles qui sont très-étroites et bordées d'escarpements; *ravins*, les excavations prolongées, étroites, à pentes rapides et qui ont été creusées par des cours d'eau; et enfin *plis*, les dépressions dont la profondeur est peu sensible. Les flancs ou versants des collines, rameaux et contreforts qui laissent entre eux ces dépressions, se nomment les flancs ou versants de la vallée, du vallon, de la gorge, du ravin et du pli. La ligne d'intersection plus ou moins sinueuse que forment en bas les deux flancs ou versants et que suivent les eaux qui tombent sur la vallée, vallon, etc., se nomme *chemin de la vallée* ou se désigne par un mot allemand *thalweg*, qui a cette signification *a*, *a*, *a*, de la fig. 419.

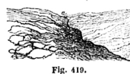


Fig. 419.

Dans les vallées et les vallons qui n'ont point de cours d'eau visible, on peut reconnaître le vrai thalweg en supposant qu'il s'y établît un cours d'eau qui en parcourrait toute la longueur; la ligne que suivrait ce cours d'eau supposé est le vrai chemin de la vallée ou du vallon. Il est nécessaire de bien étudier sur le terrain cette ligne, qui est

de la plus grande importance dans la recherche des sources.

Les vallées ont entre elles des relations qu'il est important de remarquer. Toute vallée principale est comme une espèce de tige à laquelle aboutissent des branches ou vallées latérales; chaque vallée latérale qui a une longueur considérable est plus ou moins ramifiée et reçoit un grand nombre de dépressions d'un ordre inférieur, qui à leur tour subissent en remontant plusieurs bifurcations.

Les plaines sont de grands espaces qui paraissent horizontaux, quoiqu'ils ne le soient jamais rigoureusement. On y remarque des arêtes ou crêtes de partage avec leurs rameaux, et de légères dépressions y forment les vallées dans lesquelles serpentent souvent des cours d'eau. Si au premier coup d'œil on n'aperçoit pas de quel côté une plaine est inclinée, pour peu qu'on la parcoure et qu'on observe attentivement, on reconnaît non-seulement sa pente générale, mais encore on y distingue les différents bassins qui se la partagent et jusqu'à leurs plus petites ramifications.

En géologie on nomme stratification l'arrangement par couches successives des différents dépôts sédimentaires qui se sont formés les uns après les autres; on nomme donc ainsi une certaine disposition des matières diverses suspendues dans les eaux, et rassemblées lit par lit sur le fond des marais, des rivières, des lacs, des mers, etc. Les roches stratifiées sont celles qui ont été formées pendant que les eaux couvraient le globe.

Chacune de leurs couches diffère de celles qui lui sont superposées et de celles qui lui sont inférieures par son épaisseur, sa constitution ou sa couleur. Comme la surface du sol primitif sur lequel ces couches se sont déposées et moulées présentait des hauteurs et des bas-fonds, on les voit suivre toutes les inégalités de ce terrain. Dans les terrains stratifiés on renconte les grès, les calcaires, etc.

On entend par terrains *non stratifiés* ceux qui n'ont ni couches ni joints parallèles et ceux dont la stratification est tout à fait irrégulière ou peu sensible. Dans les terrains non stratifiés on trouve les tufs, les sols volcaniques, les craies, les marnes, etc.

Les pluies et autres météores aqueux en tombant sur la terre rencontrent dans certaines localités des terrains imperméables. Les *terrains imperméables* sont ceux que l'eau ne peut pénétrer, et sur lesquels elle est obligée de glisser ou de séjourner dans les creux qu'elle rencontre. Les principaux de ces terrains sont les roches massives, certaines roches d'agrégation, les argiles et les glaises. On appelle *terrains perméables* ceux que les eaux pluviales peuvent pénétrer plus ou moins profondément. Ces terrains sont de trois sortes. Les uns se composent de roches non stratifiées, divisées en blocs et fragments de toutes formes, séparés les uns des autres par des fentes ou crevasses qui ont toutes sortes de directions; les uns se composent de roches à stratification à peu près horizontale, divisées par des fissures verticales en blocs prismatiques et peu étendus; les autres sont des terrains désagrégés où détritiques; les eaux pluviales pénètrent chacun de ces trois terrains d'une manière différente.

On croit généralement que les sources inconnues (et par source il faut entendre un *cours d'eau souterrain*) sont à des profondeurs extraordinaires, et cette erreur a été accréditée dans beaucoup de localités par la profondeur qu'on a été obligé de donner à certains puits placés au hasard. Cependant en choisissant l'emplacement d'une fouille avec discernement et d'après les règles de l'art, on trouvera presque toujours que les eaux qui circulent dans le sein de la terre ne sauraient pénétrer à de grandes profondeurs sans rencontrer une et même souvent plusieurs couches imperméables qui les empêchent de descendre indéfiniment.

Les innombrables filets et veines d'eau qui se forment dans les montagnes et collines perméables, tendent vers les fonds des vallons, parce que dans les terrains stratifiés les assises qui composent les deux côteaux sont le plus souvent inclinées dans le même sens que la surface des côteaux et plongent des deux côtés vers le thalweg. Dans chaque vallée, vallon, défilé, gorge et pli de terrain, il y a un cours d'eau apparent ou caché. Celui qui est apparent marche à la surface du sol, parce qu'il y est soutenu par une couche imperméable; celui qui est caché marche aussi sur une couche imperméable, mais il est recou-

vert d'un terrain perméable qui ne peut le soutenir à la surface du sol.

Le point de départ d'un cours d'eau invisible ou source est tantôt dans une plage élevée, sèche, peu déprimée et peu inclinée, tantôt dans un vallon plus ou moins profondément creusé en forme de cirque. Lorsqu'une source prend naissance dans une plage élevée qui se compose d'un seul pli de terrain, tous les premiers filets d'eau convergent vers un centre commun qui en occupe le point le plus bas. Si cette plage se compose de plusieurs plis de terrain, ces plis n'étant pas égaux entre eux, on en distingue toujours un qui part de plus loin, qui est plus profond que les autres et dans lequel chacun de ceux qui sont moins profonds vient conduire le filet d'eau qu'il a recueilli. Afin de se faire une idée exacte de la manière dont se forme une source sous terre dans un pli de terrain, on n'a qu'à s'y trouver pendant une forte pluie et bien observer comment les eaux sauvages (celles qui ne courent sur terre que pendant les pluies) y marchent et se réunissent pour former le courant d'eau qui s'établit momentanément à la surface; on peut tenir pour certain que le petit cours d'eau permanent et caché se forme et marche sous terre de la même manière, et que ses veinules et veines suivent sous terre les mêmes lignes que les eaux superficielles.

Hors les temps de pluie on peut également se représenter la formation, la marche et le point de réunion des eaux pluviales, pour se rendre compte de la formation et de l'écoulement du cours d'eau caché. Lorsqu'une source prend naissance au bout d'un vallon qui a la forme d'un cirque, tous les filets d'eau que peuvent produire les plateaux et les coteaux qui le dominent convergent à peu près comme les rayons d'un demi-cercle vers le centre de ce cirque, et viennent former la source. Le point central d'un cirque est toujours au pied de la pente rapide et demi-circulaire qui en forme les parois. A partir du fond du pli de terrain, ou du centre du cirque, le thalweg commence à se dessiner, la pente du fond du vallon se radoucit, la source qui a déjà un certain volume suit toujours le vallon du thalweg, soit qu'il forme une ligne à peu près droite ou même très-tortueuse. La source qui se trouve dans le vallon principal, de

distance en distance en reçoit d'autres plus ou moins importantes, qui lui sont amenées par les vallons secondaires et vers l'embouchure desquels elle s'infléchit pour aller les recevoir.

Le cours d'eau souterrain, n'étant jamais dérangé par les travaux des hommes ni par les atterrissements qui ont lieu à la surface du sol, suit toujours le thalweg, et le ruisseau qui coule temporairement à la surface ne peut dans aucun cas servir de guide pour reconnaître la ligne que suit le cours d'eau souterrain; on est donc obligé alors de chercher les traces de l'ancien canal, supposé que la culture ou les atterrissements ne les aient pas entièrement effacées, ou de recourir aux moyens suivants.

Toutes les fois que l'on reconnaît que dans l'endroit où l'on veut creuser pour trouver de l'eau le thalweg visible est en désaccord avec le thalweg invisible, ce qui n'arrive que dans les parties des vallons qui sont en plaine, il faut observer attentivement les deux plans inclinés que forment les deux coteaux opposés, et savoir que le cours d'eau suit sous terre leur ligne d'intersection; ainsi, si la pente des deux coteaux est égale, le cours d'eau souterrain marche à égale distance des deux lignes côtières; si la pente des deux coteaux est inégale, par exemple si la pente de l'un est d'un tiers, d'un quart, d'un cinquième, etc., plus rapide que celle de l'autre, le cours d'eau s'approchera du côteau qui a la pente la plus forte à proportion de sa rapidité, et si l'un des deux coteaux est un escarpement, le cours d'eau souterrain passe à sa base.

Le thalweg souterrain est encore indiqué par des épanchements d'eau temporaires. En beaucoup de lieux il sort sur la ligne du thalweg, et toujours dans les rochers, un cours d'eau chaque fois qu'il pleut considérablement; dans d'autres, des pluies peu abondantes ou de peu de durée déterminent la même éruption. Ce cours d'eau ne s'épanche hors de terre chaque fois qu'il pleut que parce que son volume ordinaire est augmenté et que son conduit se trouve alors insuffisant pour lui donner passage. Toute la partie du cours d'eau qui ne peut pas passer par ce conduit s'épanche au dehors pendant les pluies et même quelque peu de temps après. Dans certains endroits, cette éruption a lieu par un boyau ou conduit vertical, qui reste tou-

jours ouvert; dans d'autres, l'eau s'élève à travers les pierrailles ou le terrain détritique qui cache l'ouverture du rocher par où elle s'échappe. On n'a donc, en creusant, qu'à suivre ce boyau pour être assuré de trouver le cours d'eau permanent, et le plus souvent à une faible profondeur, à moins qu'il ne soit un de ceux qui ne viennent pas d'assez loin, où qui, à raison de la trop grande pente de leur canal, ne coulent que lors de chaque pluie et sont bientôt épuisés. Ainsi dans tout vallon sec, long de quelques centaines de mètres, à fond rocheux ou couvert de terre de transport, peu ou fort profond, large ou étroit, il y a un cours d'eau qui suit son thalweg souterrain, et l'on peut, à peu près partout, reconnaître exactement la ligne droite ou sinueuse qu'il décrit et la suivre pas à pas.

Il s'en faut bien que tous les points de la ligne que parcourt une source sous terre soient également avantageux pour la mettre à jour. Le thalweg invisible, où gît le cours d'eau souterrain, n'observe souvent aucun parallélisme avec le thalweg qui est sur terre; les pentes de l'un ne concordent que fortuitement et dans de courts trajets avec les pentes de l'autre. Là où l'on voit une plaine à la surface, le cours d'eau qu'elle recèle peut avoir une pente assez rapide, et là où la surface du sol a une pente assez forte, le cours d'eau caché n'en a souvent presque pas. Les points où une source a les moindres profondeurs sont : 1° le point central du premier pli de terrain où se réunissent sur la plage élevée tous les filets d'eau qui forment son commencement; 2° le centre du cirque où elle commence; 3° le bas de chaque pente du thalweg visible; 4° l'approche de son embouchure.

1° Lorsqu'une source a son commencement dans une plage élevée, le point le moins profond est celui vers lequel convergent et où se réunissent tous les premiers filets d'eau qui concourent à sa formation. Ce point est reconnaissable en ce qu'il est vers le milieu du pli du terrain et que le thalweg commence à s'y manifester. Si on veut laisser ce point et creuser plus en aval sur le thalweg, la source s'y trouvera, et même plus abondante si quelque autre pli de terrain y décharge ses eaux; mais elle sera plus profonde, attendu que les deux petits versants du pli, devenant de plus en plus rapides, la culture et les

eaux sauvages déposent sur la source un encombrement dont l'épaisseur va en augmentant à mesure qu'on s'éloigne de l'ogine du thalweg.

2° Lorsqu'une source prend naissance à l'extrémité d'un vallon qui a la forme d'un cirque, le point le moins profond est le centre même de ce cirque. Si on veut creuser plus en aval sur le thalweg, on la trouvera, mais elle sera plus profonde.

3° Dans tout le parcours souterrain d'une source, les points où elle est moins profonde sont les pieds des descentes. Ordinairement les pentes longitudinales des vallons se composent de plages à pentes radoucies et de pentes rapides ou chutes de terrain, alternant entre elles; ces deux sortes de pentes sont assez semblables à celles qu'on voit à la surface des cours d'eau, auxquelles on a donné les noms de *rapides* et de *ralentissements.* Chaque fois qu'un banc de rocher, une couche de terre dure ou même un mur, sont placés à travers un vallon et y forment barrage, il y a au-dessus une plage à pente douce, qui a été formée par les terrains de transport, et à chaque barrage il y a une pente rapide ou une cascade. Celui qui, dans ce cas, creuserait au haut de la descente, aurait pour surcroît de profondeur toute la différence qu'il y a entre le haut et le bas de la descente, et de plus il aurait souvent à percer un banc de rocher, qu'il évitera en creusant au bas de la pente. On doit aussi, pour trouver moins de profondeur, creuser toujours au pied du mur ou du talus qui traverse le vallon.

4° Lorsqu'une source dégorge ses eaux dans un cours d'eau visible et permanent, et que le fond du vallon qui la conduit est en pente douce, en creusant non loin de son embouchure on peut compter de la trouver à une assez faible profondeur, attendu qu'elle ne peut jamais être au-dessous du niveau du cours d'eau dans lequel elle se jette. Quoique l'eau d'une source qu'on met au jour près d'un cours d'eau visible hausse et baisse en même temps que lui, on ne doit pas s'imaginer, comme le font les personnes qui ne connaissent pas l'hydrographie souterraine, que la source provient du cours d'eau visible. Toutes les sources vont de la montagne au cours d'eau visible. Ce n'est que pendant les crues de celui-ci qu'elles

sont momentanément arrêtées et quelquefois refoulées, parce que ces deux sortes d'eau, étant alors en communication, se mettent en équilibre; mais dès que la crue cesse les eaux de la source reprennent leur descente ordinaire.

Lorsque le thalweg d'un vallon est inculte et qu'on y voit naître naturellement des saules, des peupliers, des aunes, des osiers, des joncs, des roseaux et autres arbres ou plantes aquatiques, on doit présumer que le cours d'eau n'est pas profond en cet endroit. Cependant, comme ces végétaux croissent dans tous les terrains qui conservent l'humidité, ils ne peuvent servir à indiquer la présence des sources qu'autant qu'ils sont sur un thalweg ou au fond d'un réduit.

Les points où les sources ont la plus grande abondance d'eau ne sont, comme pour la plus faible profondeur, que les pieds des descentes. Celui qui n'est pas propriétaire du pied de la descente, ou qui en est trop éloigné, ou qui n'a pas besoin de tout le cours d'eau, peut creuser dans le thalweg de la plaine, en observant toutefois de se rapprocher autant que possible du pied d'une descente, afin de s'épargner une partie de la profondeur et de trouver une plus grande quantité d'eau.

Il y a des plaines à pente douce et uniforme, sous lesquelles existent des nappes d'eau courante, peu profondes, s'étendant d'une côtière à l'autre, et où l'art d'indiquer les sources est tout à fait inutile. Dans les plaines composées de terrain de transport, entrecoupées de couches alternativement perméables et imperméables, non-seulement les sources s'étendent en nappes plus ou moins larges, mais encore en creusant profondément on trouve plusieurs nappes d'eau superposées les unes aux autres et marchant chacune dans sa couche perméable. Celui qui en creusant a déjà atteint une nappe d'eau qu'il trouve insuffisante, n'a qu'à continuer de creuser jusqu'à ce qu'il en ait trouvé une ou plusieurs qui lui fournissent toute l'eau qu'il désire, car généralement parlant plus on descend dans ces sortes de terrains, plus on trouve les nappes d'eau abondantes.

Lorsqu'une montagne ou colline est terminée par une arête aiguë, ou par un sommet aigu ou arrondi en forme de dôme, il est impossible qu'il existe une source sur l'arête ou au sommet absolument pris. Lorsqu'une montagne est terminée par

un plateau spacieux, faiblement incliné, recouvert de quelques mètres de terrain perméable reposant sur une couche imperméable, il est rare qu'il n'y ait pas une source qui vient se produire vers le milieu ou au point le plus bas du plateau. Les montagnes coniques et isolées qui ont à leur base moins de quatre ou cinq cents mètres de diamètre, quelle que soit leur hauteur et constitution, ne peuvent produire à leur pourtour que de très-faibles sources, et le plus souvent elles n'en produisent pas du tout. Il en est de même des collines prolongées qui n'ont, par exemple, que quatre ou cinq cents mètres d'épaisseur à la base.

Dans les versants des montagnes et des collines qui ont plusieurs kilomètres d'épaisseur, on peut trouver des sources importantes. Lorsque les côteaux à pentes rapides sont fort élevés, lorsqu'ils ont, par exemple, deux ou trois cents mètres de hauteur, que le terrain perméable qui les recouvre n'a que quelques mètres d'épaisseur et que tout le reste du coteau est composé de terrains propres aux sources, il peut s'y former des cours d'eau qui descendent vers la base de ces côteaux, mais ils ne sont ni importants ni nombreux.

Quant aux sources qui sortent de terre naturellement, elles se forment, marchent et se produisent différemment selon les divers terrains, et dans chaque espèce de terrain elles observent une certaine uniformité. Dans les terrains primitifs les sources sont, en général, très-nombreuses, peu profondes, rarement dérangées de leur cours et d'un petit volume; dans les terrains secondaires elles sont beaucoup plus rares, plus profondes, plus abondantes, et leur cours souterrain est assez souvent dérangé.

Dans beaucoup de localités, on voit sourdre de très-fortes sources au pied des coteaux rapides, élevés et composés de terrains désagrégés. La plupart des propriétaires qui ont leurs maisons vers le haut de ces coteaux croient qu'on peut y atteindre ces sources sans creuser trop profondément; c'est une erreur. Chaque source ne marche pas sous le plateau parallèlement à sa surface ni à une faible profondeur, parvenue à la corniche, elle ne se précipite pas en cascade vers le pied du coteau; souvent les cours d'eau souterrains n'ont que la pente or-

dinaire des cours d'eau visibles, et les cascades sont aussi rares dans les uns que dans les autres. Donc celui qui voudrait creuser vers la corniche d'un coteau pour y intercepter une source qui sort de terre à sa base choisirait précisément le point le plus défavorable de tout son parcours, et serait obligé de donner à l'excavation presque autant de profondeur que le coteau a d'élévation. A partir de la corniche, la pente du coteau est tantôt unie et sans aucune ride sensible, et tantôt composée d'un seul pli de terrain; ailleurs elle est sillonnée par plusieurs dépressions et reliefs plus ou moins prononcés. Lorsque la pente d'un coteau est absolument unie et sans aucune ride, ce qui arrive très-rarement, il n'y a pas d'autre raison pour creuser à un endroit plutôt qu'à un autre que celle de l'éloignement de la crête de partage; car on sait que, plus on s'en éloigne, plus le cours d'eau qu'on obtient est considérable. Si donc le poin où l'on veut creuser est éloigné, par exemple, de deux ou trois cents mètres de la crête, si la stratification des roches amène les eaux vers la surface et que l'assise aquifère soit peu profonde, on peut y trouver un grand nombre de filets d'eau qui descendent du coteau, marchant assez près l'un de l'autre; mais à défaut de vallon ou de pli de terrain pour les concentrer, on n'y en trouve aucun qui soit important. Quand on n'a pas d'autre moyen de se procurer de l'eau, on fait à travers le coteau une tranchée horizontale et d'une longueur proportionnée à la quantité d'eau qu'on veut obtenir. Nous indiquerons plus loin la forme qu'on doit donner à cette tranchée et à l'aqueduc qu'on doit y construire. Ces filets d'eau, ainsi interceptés et bien recueillis, finissent souvent par former un cours d'eau assez considérable.

Si le coteau forme une croupe étroite et arrondie depuis le haut jusqu'au bas, quelque peu convexe qu'elle soit, on ne doit pas y chercher d'eau, parce qu'on n'y en trouverait que très-peu ou point; mais si la croupe est fort large, si elle a, par exemple, plus de cinq cents mètres de largeur, elle forme alors un véritable coteau et on peut y trouver des sources, comme on va le voir.

Si en comparant les deux bords latéraux du coteau avec son milieu, on aperçoit que ce milieu est légèrement déprimé, on

ne doit point chercher l'eau vers les bords, mais on doit placer la tranchée vers le milieu, où il existe une espèce de thalweg assez large et dont la tranchée doit comprendre toute la largeur. Lorsqu'un côteau est silonné de haut en bas par plusieurs dépressions, le creux que l'on veut faire doit être placé dans le thalweg de l'une d'elles; et si le thalweg présente vers le haut une pente plus rapide que vers le bas, le creux doit être placé précisément au bas de la pente rapide et au point où commence la pente radoucie. Si un pli de terrain part de la corniche du coteau et s'efface entièrement avant d'arriver en bas, on doit placer la fouille au pied de la corniche, ou du moins aussi près que possible, parce que cette cessation de dépression annonce que le cours d'eau prend de la profondeur à mesure qu'il descend.

Un des signes les plus favorables qu'on puisse avoir de la présence d'une source dans un coteau est lorsqu'un pli de terrain y prend naissance et continue jusqu'à son pied. Toutes les fois qu'il existe une source visible dans un coteau, elle s'épanche au milieu d'un petit cirque qui forme le commencement du pli de terrain, et elle continue de couler extérieurement jusqu'à son pied. C'est donc au fond d'un creux semblable et à un point analogue qu'on doit chercher la source cachée qu'on désire.

On doit bien se garder de creuser sur aucun des points où la côtière fait le tour d'un angle saillant, parce que les croupes des montagnes, des collines, des contreforts et éperons sont privées de sources. On doit aussi éviter, autant que possible, de creuser dans les trajets où cette ligne suit le pied d'un coteau uni ou trop court, parce que, avec un creux ordinaire, on ne pourrait y trouver que des filets d'eau peu importants, et le plus souvent n'en rencontrer aucun, à moins d'y faire une tranchée prolongée. Quoique toutes les autres circonstances du terrain soient favorables, on doit encore éviter de creuser sur cette ligne dans les endroits qui sont encombrés d'épais éboulis (blocs de rochers, des pierrailles et des terres végétales que les eaux pluviales, la gelée et la culture détachent continuellement de tous les coteaux rapides et qui descendent à leur pied, et s'y déposent en forme de talus), parce que la

hauteur de cet encombrement rendrait la source d'autant plus profonde qu'il serait plus épais; mais on doit placer les fouilles dans la ligne côtière et à celui des points suivants que chacun trouvera le plus à sa portée : 1° au sommet d'un angle rentrant, autrement dit, à son extrémité la plus reculée; 2° à l'extrémité la plus reculée d'un réduit qui soit au niveau de la plaine et au pied d'un escarpement; 3° au bas d'un pli de terrain ou au bas d'un ravin, au point où son thalweg et la côtière se croisent; 4° choisir de préférence les points où, dans les temps de grosses pluies, on voit sourdre des cours d'eau, et ceux où l'on voit croître des arbustes ou des plantes aquatiques.

La fouille que l'on veut faire pour mettre une source au jour peut être placée, comme nous venons de le dire, dans le thalweg d'un vallon, dans la ligne côtière, dans un coteau, à sa corniche ou sur un plateau. 1° Quand on creuse dans le thalweg d'un vallon, il faut examiner si la source s'y montre déjà en un ou plusieurs endroits, soit naturellement, soit dans quelque creux fait de main d'homme, et surtout si elle se montre au-dessous et non loin du lieu où l'on veut creuser. Chaque apparition de la source est un point de repère d'où l'on part pour connaître, par un nivellement, de combien le point où l'on creuse est plus élevé que le débouché de la source. La différence du niveau qui se trouve entre ces deux points est la profondeur de la source, moins quelque chose; car la source sous terre a une pente quelconque, et cette pente garantit qu'on ne sera pas obligé de creuser jusqu'au niveau de son dégorgement. Toutefois, si la source sort de terre par un mouvement ascensionnel, et que l'on puisse sonder la profondeur de la colonne d'eau ascendante, il faut niveler, non pas à partir de la surface de l'eau de la source, mais à partir du fond de son conduit vertical.

Si le point où l'on veut creuser n'est qu'à quelques centaines de mètres d'une rivière ou d'un ruisseau dont l'écoulement est continuel, et que la source ne paraisse pas dans la plaine, on doit s'assurer par soi-même ou par des informations si, lors des basses eaux, elle ne se manifeste pas dans la berge ou au fond du canal du cours d'eau par un conduit venant de bas en haut.

2° Lorsque la source que conduit un vallon ne se manifeste

sur aucun point, ou que le point où elle se montre est trop éloigné, ou a un niveau trop bas par rapport au point où l'on veut creuser, on peut connaître sa profondeur par l'opération suivante : Les fonds de presque tous les vallons étant comblés de terrains de transport, excepté dans les étranglements, on détermine par les moyens que nous avons indiqués le point du thalweg où l'on veut placer la fouille, et on y plante un jalon; on mesure la distance qu'il y a entre ce jalon et le pied d'un des coteaux : on nivelle ce coteau pour connaître sa hauteur et la distance horizontale qu'il y a entre sa corniche et une ligne verticale qui s'élèverait au pied du coteau. Cette hauteur et cette distance se composent des hauteurs et des distances partielles qu'on a trouvées dans les stations du nivellement. L'opération terminée, on établit la proportion suivante :

La distance qu'il y a entre la corniche et la ligne verticale qui part du pied du coteau est à la hauteur du coteau, comme la distance horizontale qu'il y a entre le pied du coteau et le point où l'on veut creuser est à la profondeur de la source.

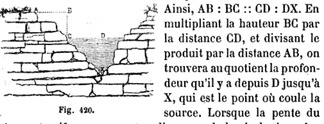


Fig. 420.

Ainsi, AB : BC :: CD : DX. En multipliant la hauteur BC par la distance CD, et divisant le produit par la distance AB, on trouvera au quotient la profondeur qu'il y a depuis D jusqu'à X, qui est le point où coule la source. Lorsque la pente du coteau est uniforme, on peut se dispenser de la niveler jusqu'au haut; on peut, par exemple, ne niveler que jusqu'au tiers ou au quart de sa hauteur, et le résultat de l'opération sera le même. Lorsque le vallon se compose d'élargissements et de rétrécissements, on doit faire l'opération indiquée dans l'élargissement d'amont ou dans celui d'aval, à l'endroit où les pieds des deux côteaux se trouvent le plus éloignés. Lorsque la source longe la base d'un escarpement ou d'un côteau extrêmement rapide, le nivellement se fait sur le coteau opposé. Ces deux moyens de connaître la profondeur d'une source sont applicables, non-seulement à la source qui suit le thalweg du terrain, mais encore à toutes celles qui circulent dans la même plaine

et à celles qui sont aux lignes côtières; car dans les cours d'eau cachés, comme dans les cours d'eau visibles, le niveau de chaque courant accessoire concorde, vers son embouchure, avec le niveau du courant principal.

3° Les deux moyens qui viennent d'être indiqués n'étant applicables qu'aux sources qui sont dans les basses plaines, lorsqu'on veut connaître la profondeur de celles qui sont dans les coteaux, ou sur des plateaux, on procède différemment. Ici tout se réduit à la connaissance des couches perméables, connaissance qu'on ne peut acquérir que par l'étude des ouvrages de géognosie et par de très-nombreuses observations faites sur le terrain. Lorsqu'on est bien fixé sur le point où doit être placée la fouille dans la pente ou à la corniche d'un coteau, on part de ce point et l'on descend tout au plus à quelques dizaines de pas. En descendant on examine attentivement l'inclinaison et la constitution de chaque couche de roche ou de terre. Dans ces sortes de pentes les têtes des couches sont presque toujours visibles; quand elles ne le sont pas au thalweg même, elles le sont ordinairement à côté, dans quelque escarpement ou pente plus forte, dans quelque creux fait de main d'homme. Si l'inclinaison des couches est opposée à la pente superficielle du coteau, et qu'au lieu d'amener les eaux hors de la montagne ou colline, elles les amènent au dedans, on ne doit y faire aucune fouille, parce que tout coteau dont la stratification est ainsi disposée est privé de sources. Si les couches sont horizontales, ou inclinées dans le même sens que la superficie du coteau, on ne s'arrêtera en descendant à aucune des couches perméables, mais on s'arrêtera à la première couche imperméable dont on verra l'affleurement, parce que c'est elle qui porte la source. En nivelant depuis cette couche jusqu'au point où l'on veut creuser, on trouve la vraie profondeur de la source. On doit toutefois déduire la hauteur que peut acquérir la couche imperméable, depuis son affleurement jusqu'à ce point. Cette hauteur peut très-facilement être connue en nivelant la petite partie de la couche qui se montre à l'affleurement; si, par exemple, cette partie est inclinée d'un décimètre sur un mètre, et que le point où l'on veut creuser soit à 20 mètres de distance horizontale, la couche et la source

51.

se trouveront plus élevées d'environ 20 décimètres au point où l'on veut creuser.

On procède de la même manière lorsqu'il s'agit de connaître la profondeur d'une source située sur un plateau. Après avoir marqué le point où la fouille doit être faite, on suit le thalweg, et l'on se rend au pied de l'escarpement ou de la pente rapide qui forme la corniche du coteau, on nivelle depuis la plus haute couche imperméable qu'on y reconnaît, et l'on procède comme nous venons de le dire pour les sources qu'on veut mettre au jour dans les coteaux.

4° Il y a encore un moyen bien simple de connaître la profondeur des sources, mais il n'est applicable que dans les basses plaines : c'est celui qui a été expliqué précédemment. Si dans la plaine où l'on veut trouver l'eau il y a déjà plusieurs creux qui aient atteint la nappe d'eau à la même profondeur, ou à peu près, pourvu qu'on ait la même nature de terrain, on peut compter de trouver la source à la même profondeur que les voisins.

Pour qu'un terrain soit favorable à la découverte de sources, il doit avoir à la surface une couche perméable de quelques mètres d'épaisseur et que sous cette couche perméable il y en ait une imperméable, convenablement inclinée. Si cette disposition du terrain se répète plusieurs fois, c'est-à-dire si plusieurs couches perméables sont superposées à des couches imperméables alternant entre elles et que toutes soient convenablement inclinées, une source coule sur chaque couche imperméable ; d'où il arrive qu'en perforant un puits artésien, ou en creusant profondément un puits ordinaire, on trouve souvent une source à chaque étage que l'on traverse.

Les terrains défavorables à raison de leur constitution à la découverte des sources sont quelques terrains calcaires, les terrains volcaniques, quelques terrains friables. D'autres terrains le sont à cause de leur disposition. Tels sont : les collines affaissées, les éboulements et glissements, les coteaux dont les assises reposent sur leurs tronches, ceux qui présentent les têtes des strates et ceux qui ont plus de 45 degrés de pente.

On met les sources au jour en les amenant hors de terre avec des conduits, en établissant sur leur parcours des fontaines, des puits ordinaires ou des puits artésiens.

Toute source qu'on veut conduire hors de terre doit être peu profonde, se trouver à un niveau assez élevé pour pouvoir descendre au point voulu et être assez abondante pour les besoins des maisons qu'elle est destinée à approvisionner d'eau. Les sources qui sont à moins de 6 ou 7 mètres de profondeur sont généralement les seules qui puissent être conduites hors de terre, à cause des frais trop considérables que coûtent celles qui sont à de plus grandes profondeurs. Lorsque le passage d'une source est indiqué par les pieds de deux coteaux qui se joignent à la surface du sol, ou qu'elle marche dans une crevasse de rocher dont elle ne peut s'écarter, on n'a qu'à faire sur la ligne du thalweg un creux circulaire en forme de puits, d'environ 3 mètres de diamètre ; mais lorsque le point où l'on veut placer la fouille se trouve dans une plaine et que le terrain est désagrégé, ce simple creux ne suffirait pas, parce que dans ce cas la source principale est presque toujours accompagnée de sources accessoires qui marchent à ses côtés, à la même profondeur qu'elle et parallèlement à la ligne qu'elle suit. Comme l'on a ordinairement intérêt à recueillir la plus grande quantité d'eau possible, on doit creuser à travers le vallon une tranchée perpendiculaire au cours d'eau, large d'environ 2 mètres et d'une longueur suffisante pour capter le plus grand nombre de filets d'eau. Lorsque la plaine est assez étroite pour que l'on puisse pratiquer la tranchée d'une côtière à l'autre, si elle n'a, par exemple, qu'une dizaine de mètres de traversée, la tranchée doit la comprendre tout entière, sans toutefois entamer les terres solides ou rochers des deux coteaux; on n'enlèvera donc que le terrain de transport au fond duquel est ordinairement la source.

Lorsque la plaine est beaucoup plus large, il n'est pas ordinairement à propos de donner à la tranchée une bien plus grande longueur, parce qu'elle deviendrait trop coûteuse et que plus on s'éloigne de la source principale, moins les filets d'eau sont abondants. Cependant, lorsqu'il s'agit d'approvisionner d'eau une nombreuse population et que l'on voit par l'étendue du bassin qui produit la source, qu'il n'y a pas dans la plaine une source suffisante et que les eaux souterraines y marchent en nappe ou en filets séparés, on doit donner à la tranchée une

longueur proportionnée à la quantité d'eau dont on a besoin.

Dans le cas où l'on serait obligé de creuser sur un point où le thalweg invisible concorde avec le thalweg visible, et que celui-ci soit occupé une partie de l'année par un cours d'eau, afin d'empêcher ce cours d'eau de venir déranger les ouvriers pendant les fouilles et plus tard de mêler ses eaux à celles de la source, on doit commencer par creuser un fossé de dérivation pour détourner les eaux superficielles des bords du creux qu'on veut pratiquer. Ce fossé de dérivation doit avoir son point de départ à quelques mètres au-dessus de la fouille, avoir assez de capacité pour recevoir tout le cours d'eau dans ses plus grandes crues, passer au moins à 2 ou 3 mètres de la fouille et se prolonger assez en aval pour que le cours d'eau temporaire ne puisse jamais revenir dans l'excavation. Si le cours d'eau temporaire a un canal, on doit établir une digue très-solide au point de départ du fossé de dérivation et employer les déblais qu'on en tire à combler le vieux canal.

La tranchée doit être perpendiculaire à la direction du cours d'eau. En la creusant, on doit descendre à peu près d'aplomb. Si les parois menacent de s'ébouler, il faut les étayer avec des planches appliquées contre le terrain et maintenues en place par des poutrelles appuyées contre le côté opposé, avoir soin de porter les déblais à plus de 2 mètres des bords de la tranchée, afin que leur poids ne contribue pas à déterminer des éboulements. On ne doit pas se contenter de l'approfondir jusqu'à l'apparition de l'eau, car, tant qu'on voit les sources venir au fond de la tranchée de bas en haut, ou même horizontalement, il est très-probable qu'une partie de leurs eaux continue de suivre sous terre leurs conduits accoutumés. On doit donc continuer de creuser jusqu'à ce que la source principale et les veines d'eau qui l'accompagnent fassent, dans la tranchée, une petite chute de 2 à 3 centimètres; ce qui dénote qu'il ne reste aucune partie de la source au-dessous.

Lorsque la source est forte et que l'abondance de l'eau empêche de continuer l'approfondissement, au lieu d'enlever l'eau avec des vases ou des pompes, on creuse une tranchée en aval qui sert à faire écouler l'eau pendant les travaux et ensuite à placer les tuyaux de conduite.

L'approfondissement de la tranchée étant terminé, la source principale et les filets d'eau apparents étant en évidence, afin de les capter et réunir, on donne une pente à son fond pour faire arriver toute l'eau à l'un de ses bouts, ou bien on lui donne deux pentes opposées pour la faire arriver à tel autre point du fond de la tranchée que l'on veut.

Ensuite on bâtira au fond de la tranchée et sur toute sa longueur un aqueduc à pierres sèches et un peu taillées, de 30 à 40 centimètres de largeur, de 40 à 50 centimètres de hauteur; on couvrira cet aqueduc avec des dalles solides. L'aqueduc doit etre bâti en pierres sèches, afin que les sources puissent y entrer partout librement.

L'aqueduc étant bâti, il faut combler tout le fond de la tranchée, à partir du dessus des dalles, avec des pierrailles jusqu'à ce qu'elles s'élèvent du tiers à la moitié de sa profondeur et combler le reste avec la terre qu'on a tirée. Cet empierrement sert : 1° à recueillir les filets d'eau qui peuvent se trouver plus élevés que la source principale et à faciliter leur chute dans l'aqueduc ; 2° si, dans la suite, quelque dalle venait à se casser ou quelques parties des murs de l'aqueduc à se démolir, les pierrailles continueraient de transmettre les eaux jusqu'au tuyau de départ; tandis que si on ne comblait la tranchée qu'avec de la terre, elle se tasserait plus tard et empêcherait les filets d'eau supérieurs de descendre dans l'aqueduc, et si ce dernier venait à s'écrouler, la terre tomberait dans ce vide, arrêterait l'eau, l'empêcherait d'arriver jusqu'au tuyau de départ et la forcerait à reprendre ses anciens conduits.

Pendant qu'on jette les pierrailles et qu'on remet la terre dans la tranchée, on doit conserver sur le point où arrive toute l'eau et où elle doit entrer dans l'aqueduc un petit puits ou regard, que l'on bâtit jusque hors de terre et que l'on recouvre d'une dalle. Ce puits ou regard sert à faciliter à l'eau le moyen de prendre en partant l'air qui lui est nécessaire pour marcher dans les tuyaux ; à défaut de cette précaution, l'eau n'arrive à la fontaine que par bouffées et souvent il n'en arrive point du tout. Ce petit puits sert encore à rejeter l'eau qui ne peut entrer dans les tuyaux lors des grandes pluies.

Quand on n'est pas forcé à une stricte économie, on peut

bâtir d'une extrémité à l'autre de la tranchée deux murs en pierres sèches et taillées, distants de 80 centimètres l'un de l'autre, hauts de 2 mètres, et sur lesquels on place des dalles solides, ou bien on y construit même une voûte. Cette galerie donne la facilité de réparer ses murs et d'enlever les terres ou sables que la source peut y amener.

On ne doit pas établir au fond de la tranchée, ni même devant le débouché de quelque source que ce soit, un barrage quelconque pour la forcer à s'élever sans s'exposer à la perdre; car, toutes les fois qu'on barre l'issue d'une source, elle est refoulée dans son conduit d'amont, et si, par malheur, elle y rencontre une petite issue ou crevasse latérale, elle l'agrandit peu à peu et finit par s'y jeter tout entière; on ôte ensuite le barrage, mais elle ne revient plus. Il est donc préférable de prendre les sources au niveau de leur débouché et de les conduire là où elles peuvent arriver.

Dès que l'on voit que la source est suffisante et de bonne qualité, on creuse une tranchée en aval pour y poser le conduit. La tranchée et le conduit doivent avoir au point de départ la même profondeur que le petit puits, diminuer de profondeur à mesure qu'on s'en éloigne et avoir une pente au moins de 30 centimètres pour 100 mètres. Le premier tuyau que l'on place au fond du puits doit être pourvu d'une gourde en plomb ou en cuivre, percée d'un très-grand nombre de petits trous pour laisser passer l'eau et empêcher tout corps étranger de s'introduire dans les tuyaux. Lorsque le conduit est arrivé près de la surface du sol, on doit, pour le reste de son parcours, le poser sous terre à la profondeur d'environ 60 centimètres; car lorsque les conduits sont placés trop près de la surface du sol, en été l'eau s'échauffe jusqu'à devenir quelquefois impotable, et en hiver elle se gèle, cesse de couler et souvent fait crever les conduits. D'un autre côté, lorsque les conduits sont placés trop profondément, leur entretien est plus dispendieux. Pour que l'eau puisse jaillir, on est obligé de lui donner un cours forcé dans la partie de l'aqueduc qui avoisine la fontaine ou le jet d'eau et d'employer à cet endroit les tuyaux les plus solides. On doit donc, lorsque la pente du terrain le permet, ménager celle de l'aqueduc de manière que la partie dans laquelle

l'eau est forcée, soit la plus courte possible, afin d'en soumettre la moindre longueur possible à la pression de l'eau et d'avoir dans la suite moins de frais à faire pour l'entretien de l'aqueduc. On doit, autant que possible, éviter les tournants trop subits, ou du moins les prendre d'un peu loin pour en diminuer la roideur, et quand l'aqueduc suit un chemin, il faut éviter de le placer sous les ornières que forment les roues, pour qu'il n'en soit pas écrasé.

Les tuyaux employés pour la conduite des eaux sont ordinairement en plomb, en fonte, en terre cuite ou en bois. De quelque matière que soient les tuyaux employés, ils doivent avoir un diamètre et une épaisseur proportionnée à la quantité d'eau qui doit être conduite. Tous les joints doivent être calfatés avec du mastic que l'on composera comme il suit : moitié ciment de Pouilly, un quart de chaux hydraulique et l'autre quart de fragments de tuiles ou de briques bien pulvérisés. Ce mastic se gâche comme le plâtre, et doit être employé aussitôt qu'il est préparé.

Les *tuyaux en plomb* sont les plus dispendieux, mais les moins coûteux à entretenir. Les *tuyaux en fonte* sont plus économiques. Les *tuyaux en poterie ou terre cuite* sont ceux qui altèrent le moins la pureté des eaux. Les *tuyaux de bois* sont les moins coûteux à établir, mais les plus coûteux à entretenir. Ils se fendent ou se pourrissent dans peu d'années, surtout quand on les laisse quelque temps sans eau, et ce sont ceux qui altèrent le plus les bonnes eaux. On ne doit jamais employer les tuyaux de zinc parce que leur oxydation est si rapide, qu'en peu d'années ils sont hors d'usage.

Nous allons résumer succinctement les principes que nous venons d'exposer en nous servant de quelques figures.

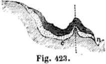

Fig. 421.

Dans la fig. 421 nous avons représenté une couche perméable ou poreuse, posée sur un fond imperméable, et dans ce cas un moment de réflexion prouvera que les eaux se masseront sur les points les plus bas des dépressions du terrain et au sommet de ces mêmes dépressions. Il s'en suit que si l'on y creusait des puits, les eaux de la couche supérieure se dirigeraient et couleraient de la couche

supérieure perméable, dans la couche inférieure imperméable.


Fig. 422.

Dans la fig. 422 nous supposons qu'une couche perméable sur chacun des versants d'un vallon est recouverte d'une couche imperméable *aa* et coupée par un petit ravin ou source dans le thalweg : il est clair que par la tendance naturelle des eaux qui tombent ou coulent sur l'excédant de la couche imperméable, à son sommet, elles descendront dans le ravin, à moins qu'un débouché ne leur soit offert sur un point plus élevé que le ravin.

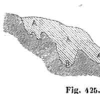

Fig. 423.

Dans la fig. 423 nous indiquons qu'une masse d'eau se formerait au point C ; cette masse élèverait son niveau jusqu'au point le plus élevé (indiqué sur la ligne ponctuée) de la couche supérieure : du moment qu'elle aurait dépassé cette hauteur, elle commencerait à se diriger vers le point D ; agissant alors comme un siphon, elle drainerait ou attirerait l'eau contenue dans la couche perméable et intermédiaire.



Fig. 424.

La fig. 424 expose le phénomène des alternances de couches perméables et imperméables, et où il n'existe point de ravin ou de source qui pourrait altérer les conditions normales de la direction de l'eau.


Fig. 425.

La fig. 425 fait voir la disposition fréquente de la formation calcaire, recouverte de sables ou graviers mouvants AAA ; dans ce cas la masse d'eau viendrait se loger dans la dépression inférieure marquée B.

Des observations partielles ou isolées de la disposition des couches de terrain d'une contrée ont conduit quelques personnes à croire que les sources ne peuvent pas être alimentées par les eaux de pluie qui tombent sur la surface de la terre, parce que cette surface, située directement au-dessus des sources,

serait séparée de ces sources par une couche d'argile ou de roche, imperméable à l'eau. Cette objection n'est d'aucune valeur, car il ne s'ensuit pas que parce que les sources sont alimentées par l'absorption des eaux de la surface du globe elles doivent s'infiltrer verticalement. Il en est dans la nature comme d'un réservoir artificiel et vulgaire, dans lequel les eaux sont conduites d'une surface quelconque au moyen de tuyaux. Donc si l'on substitue aux tuyaux une couche perméable au-dessous de la couche imperméable, et que l'on suppose que la première est exposée à la pluie sur des points éloignés les uns des autres, on comprendra facilement comment les choses se passent dans la nature. On se rendra donc compte, au moyen de ce fait, de l'existence de nombreuses sources, moyen qui expliquera aussi la différence qui existe entre les sources situées à une petite distance de la superficie du terrain et celles qui se trouvent à une certaine profondeur.

Quand la superficie d'une contrée consiste en une couche de matière meuble et perméable posée sur une couche rétentive, les eaux qui filtrent de la surface supérieure descendront jusqu'au point où elles trouveront un obstacle qui empêche leur descente. Mais comme ces eaux ne subissent aucune pression hydrostatique, elles ne peuvent s'élever au-dessus du sol : elles se précipitent au contraire dans les dépressions ou creux quelconques de la couche imperméable, et forment des sources peu profondes.

Quant aux sources profondes, elles offrent exactement les conditions que nous avons avancées. Leur alimentation provient des eaux pluviales qui tombent sur la surface de la couche perméable située à un niveau élevé ; passant ensuite au-dessous d'une couche imperméable, elles pénètrent l'intérieur jusqu'à ce qu'elles rencontrent la couche rétentive. Alors si les eaux ne peuvent trouver ou faire une issue, elles suivront les niveaux les plus profonds de la couche perméable en suivant les lois qui déterminent leur cours sur terre ou à découvert. Si dans ces circonstances on pratique une ouverture à travers la couche imperméable supérieure, l'eau montera jusqu'à l'élévation qui correspond à la pression hydrostatique qu'elle subit, en tant cependant qu'elle ne sera pas empêchée par le frottement

qu'elle subira dans son trajet ou par l'existence de quelque débordement naturel quelconque.

Si certaines sources situées à proximité de la mer reçoivent incontestablement quelque alimentation par des infiltrations de cette dernière, il est admis en général que les sources situées dans l'intérieur sont produites par la pluie, la grêle, la rosée, la neige, etc., qui s'élèvent d'abord par évaporation dans l'atmosphère pour retomber ensuite sous les formes que nous venons de nommer : il n'est pas étonnant que cette théorie ne soit admise que depuis peu. Jusqu'au moment où la géologie a démontré, en expliquant la nature de la croûte terrestre, la direction naturelle des cours d'eau souterrains, et où des expériences précises ont déterminé quelle est l'immense étendue de l'évaporation naturelle quoique invisible pour nous, aucune preuve ne pouvait être donnée pour résoudre et terminer le problème. Toutefois la science est actuellement arrivée à pouvoir nous faire connaître la cause et les moyens par lesquels les réservoirs d'eau souterrains sont alternativement épuisés et alimentés.

Parmi les fontaines naturelles, la fontaine de Vaucluse est surtout remarquable par la quantité d'eau qu'elle fournit. On sait qu'en quittant son orifice elle forme la rivière nommée la Sorgue. Cette fontaine fournit l'immense quantité de 450,000 kilogrammes (1) d'eau par minute dans les saisons les plus sèches et 1,350,000 dans les temps humides. La fontaine de Nîmes est moins considérable, mais curieuse à cause de l'influence qu'elle subit du plus ou moins d'eau qui tombe du ciel. Dans les temps secs, elle ne produit que 1,625 litres d'eau par minute, mais aussitôt qu'il tombe de la pluie au nord-ouest de la ville, à une distance même de 6 à 8 kilomètres, la masse d'eau s'élève immédiatement à 10,000 litres. Le Loiret est alimenté de la même manière que la Sorgue : l'eau s'élève avec une grande force dans un large bassin, coule ensuite pour former un cours d'eau navigable pour des bateaux de deux à trois cents tonneaux.

Au nombre des ouvrages que nous avons consultés pour les pages qu'on vient de lire sur les sources, nous citerons, si l'on

(1) On sait qu'un centimètre cube d'eau pèse un gramme ; que 1,000 grammes font un kilogramme et qu'un kilogramme fait un litre.

veut s'initier plus au long sur le sujet, les suivants : *L'art de découvrir les sources*, par l'abbé Paramelle ; 1856, 2e édition, Paris, 1859, 1 volume in-8° de 427 pages. — *Science des fontaines ou moyen sûr et facile de créer partout des sources d'eau potable*, par J. Dumas ; 2e édit., 1857. — *Manuel du mécanicien-fontainier, sondeur, pompier et plombier*, par MM. Janvier, Biston et Malepeyre ; Paris, 1857, 1 vol. in-18. On trouvera un mémoire intéressant de M. Combes sur le sondage de M. Kind, employé au puits de la plaine de Passy, dans le *Bulletin de la Société d'encouragement*, tome 44, Paris 1845 p. 344. — Quant à la question physiologique de l'action de l'eau, voyez le *Traité d'hygiène publique* de Michel Lévy ; Paris, 1862, 4e édition.

Des puits.

Le *puits ordinaire* est un trou ou creux profond, creusé verticalement dans le sol par la main de l'homme, revêtu ensuite de maçonnerie et destiné à fournir de l'eau. Pour établir un puits deux opérations sont nécessaires : d'abord celle de l'excavation et ensuite celle qui consiste dans la maçonnerie pour lui donner la solidité suffisante.

Toutes les fois qu'une source ne peut être amenée à portée des habitations parce qu'elle ne se trouve pas assez élevée, qu'elle est trop profonde, trop faible ou trop éloignée, qu'elle se trouve dans un terrain trop plat ou que les propriétaires n'ont pas les moyens de faire les dépenses que nécessiterait une conduite d'eau, il est d'usage d'établir un puits sur la source que l'on reconnait être la plus proche, la plus abondante et la moins profonde.

Il faut que le centre du puits qu'on entreprend de creuser soit sur la ligne que suit la source sous terre ; nous avons indiqué plus haut le moyen de s'assurer de la direction de cette ligne.

Il est d'usage de creuser les puits sur un diamètre de 2 à 3 mètres. Dès qu'on est arrivé à quelques mètres de profondeur, on établit, à fleur de terre, un plancher, sur lequel on dresse un tour avec câble et tinette solides.

Quand le creusement est parvenu au bas de la terre friable

et qu'on trouve le rocher, il faut d'abord le bien déblayer, et s'il est de la nature de ceux qui laissent descendre l'eau à des profondeurs extraordinaires, il faut, sans hésiter, abandonner l'entreprise. S'il est de ceux qui, à raison de leur nature et disposition, présagent de l'eau, il faut examiner de quelle manière il se présente, et s'assurer si ses assises sont inclinées ou horizontales. Si les assises du rocher sont inclinées et que la ligne d'intersection des deux stratifications passe par le milieu du creux, on continue de creuser jusqu'à la profondeur de la source. Si cette ligne ne se trouve pas passer vers le milieu du creux, il faut élargir celui-ci jusqu'à ce qu'elle se trouve au milieu ; car cette ligne est le vrai thalweg du vallon, et c'est toujours sous le thalweg que passe la source.

Lorsqu'on est arrivé au rocher, si l'on voit que l'on est tombé sur l'un des deux plans inclinés qui forment la base d'un des deux coteaux, on doit pratiquer une petite galerie allant vers l'aval de ce plan, pour s'assurer à quelle distance est la base du coteau opposé. Si la base de ce dernier n'est qu'à un ou deux mètres du creux que l'on fait, il faut l'élargir suffisamment pour que la ligne d'intersection se trouve à son milieu, et continuer l'approfondissement en maintenant l'excavation autant sur la base d'un rocher que sur celle de l'autre. Si la base du côté opposé se trouve à plus de deux mètres du creux, il faut faire un autre creux et le placer de manière qu'il appuie autant sur la base d'un côteau que sur celle de l'autre; c'est donc quand on est arrivé au rocher qu'on peut se rendre compte bien plus clairement si l'indication qu'on a faite sur le terrain de transport est sur le vrai thalweg ou non; et lorsqu'elle se trouve fautive, on voit comment on doit la rectifier, pour ne pas manquer la source.

Lorsque l'excavation que l'on pratique tombe sur un rocher qui a la surface et les assises horizontales, on peut continuer de creuser là où on se trouve, parce qu'il n'y a point de raison de croire que la source peut passer à côté.

S'il s'y trouve une crevasse verticale dont la direction soit la même que celle du vallon, on doit, en continuant de creuser, suivre cette crevasse et la tirer au milieu de l'excavation, quand même il faudrait l'élargir ou en faire une nouvelle.

Quand on creuse dans des terrains primitifs où les rochers n'ont point de stratification régulière, si le thalweg y est bien caractérisé, il suffit de placer le milieu de l'excavation sur la ligne sans avoir aucun égard aux diverses directions que peuvent présenter les fissures des rochers; parce que, si l'on voit des fissures qui amènent l'eau hors de l'excavation, plus bas on en trouvera très-probablement d'autres qui l'y ramèneront.

Dans quelque fouille que ce soit, lorsque les rochers ne peuvent pas être levés avec des instruments, on les fait éclater avec la poudre, sans avoir à craindre de compromettre la source.

Lorsqu'on est parvenu à la source il ne faut pas s'arrêter, mais continuer de creuser au-dessous de la source de un à deux mètres, et même davantage si les besoins d'eau sont grands et la source petite, afin que si l'eau venait à reprendre son ancien conduit, il en restât toujours en réserve une certaine quantité au fond du puits. On a vu des puits qui étaient traversés au fond par de belles sources dont on ne pouvait tirer aucun parti, parce qu'elles arrivaient d'un côté et s'enfuyaient de l'autre par l'ancien conduit sans jamais s'élever seulement à un décimètre.

Un autre inconvénient d'un puits qui n'est pas creusé au-dessous de la source, c'est qu'une partie de cette dernière peut passer au-dessous de son fond. Un grand nombre de puits ne sont insuffisants que parce qu'on s'est arrêté dès l'apparition de la première source, mais ils seraient surabondants si on les avait approfondis d'un mètre de plus.

Dans le cas où le terrain serait désagrégé et menacerait de s'ébouler, il faut étayer avec un clayonnage les parois du puits qui est en creusement. Ce clayonnage consiste à placer autour du puits et contre ses parois des perches dans une position verticale et à la distance l'une de l'autre d'environ 35 centimètres. On entrelace ensuite des verges longues, fortes et flexibles, que l'on pose une à une en descendant et que l'on fait passer alternativement derrière et devant chaque perche. L'étayement convenable d'un puits est de toute rigueur pour éviter les malheurs qui frappent trop souvent les puisatiers.

La forme la plus solide à donner à un puits est la forme *circulaire*, d'un mètre de diamètre dans œuvre au moins et da-

vantage si l'on veut. Il faut que les pierres pour former la maçonnerie du puits soient taillées en voussoirs, comme les pierres des voûtes. On doit les bâtir à pierres sèches. On ne doit commencer à employer le mortier dans la construction que dès qu'elle n'est plus qu'à un mètre de la surface du sol. On peut également employer le mortier pour la maçonnerie de la margelle ou bâtisse extérieure qui doit avoir environ un mètre d'élévation.

Si l'on employait du mortier ou du ciment pour la construction entière du puits, on empêcherait par là l'eau d'y arriver et celle qui pourrait y pénétrer aurait pendant quelque temps un mauvais goût.

Dans les localités où il n'y a point de pierre ni moëllons, on emploie la brique pour la construction des puits. Quand on creuse à travers de l'argile consistante, la maçonnerie du puits peut n'avoir qu'une demi brique d'épaisseur (107 millimètres) pour des puits de petit diamètre; mais si le puits a une grande dimension, il faut donner à la maçonnerie toute l'épaisseur de la brique entière, c'est-à-dire 22, 23 centimètres, selon l'échantillon de la brique du lieu. Dans ces derniers temps on a apporté de grandes améliorations à la construction en briques pour les puits. On a abandonné les cales en bois, les châssis circulaires en charpente, ainsi que la maçonnerie entière en mortier de chaux. Les cales et les châssis étaient bientôt pourris et compromettaient les ouvrages où ils étaient employés. Quant à la chaux qui entrait dans la composition du mortier, elle se dissolvait au moyen de l'eau du puits, qu'elle rendait en outre non potable. Enfin, la lenteur de la prise du mortier en a fait rejeter l'usage.

Il y a plusieurs manières de maçonner les puits : il s'agit de l'épaisseur de la maçonnerie et du système de liaison. En thèse générale, il faut que les briques soient de bonne qualité et surtout dures, par conséquent bien cuites et sans *gauches*. Comme les briques sont posées à sec, c'est-à-dire sans mortier, il faut les poser très-régulièrement et de façon que toutes celles d'une même assise aient exactement la même épaisseur. Nous disons qu'il faut que la brique soit dure, car autrement leur adhésion ferait des épaufrures, puisqu'elles doivent être posées sans mortier. Au ne distance qui varie de $1^m,50$ à $3^m,60$ selon la nature du sol, on maçonne deux ou trois assises de briques

avec du bon ciment, l'intervalle est posé avec des briques à sec.

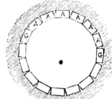
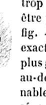



Fig. 426.

Quand le diamètre du puits n'est pas trop considérable, les briques peuvent être posées à plat, comme l'indique la fig. 426. Il faut toujours faire croiser exactement les joints et éviter avec le plus grand soin qu'il ne s'en trouve deux au-dessus l'un de l'autre. Il est convenable d'introduire des éclats de brique avec du ciment dans l'espace triangulaire formé par deux briques sur la face extérieure.

Fig. 427.

Lorsque le diamètre d'un puits est considérable, de 1^{m}20 ou de 1^{m}50 et plus, il faut que l'épaisseur de la maçonnerie soit d'une brique entière, c'est-à-dire selon sa longueur, fig. 427.

Dans les terrains meubles, on ne creuse que de la profondeur d'un anneau (ou assise posé à ciment) à l'autre; la nature du terrain indiquera la distance de ces anneaux. On voit qu'il faut maçonner de *haut en bas :* quand la nature du sol le permet, on peut poser le premier anneau sur ce sol : dans le cas contraire, il faut maintenir la maçonnerie par des moyens artificiels. Toutefois cette précaution sera rarement nécessaire si la brique est posée de manière à adhérer fortement aux parois de l'excavation, surtout si le terrain est argileux. Ensuite on creuse plus avant; et pour que la maçonnerie du dessous corresponde exactement à celle du dessus, on se sert du plomb qui guidera parfaitement pour cette opération, ainsi que l'indique la fig. 428.

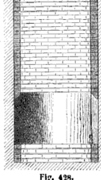
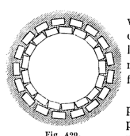


Fig. 428.

Pour le ciment employé dans la pose des briques formant anneaux, on y mê-

lera moitié de sable, comme pour les constructions élevées au-dessus du sol. Il ne faut pas se servir de ciment qui aurait une prise trop précipitée, parce que le ciment prend déjà de la consistance pendant qu'on le descend jusqu'aux ouvriers. Le ciment romain, le calcaire argileux bleu, le ciment de Portland ou du bon ciment hydraulique sont convenables pour la maçonnerie des anneaux en question.

La demi-brique posée à plat comme dans la figure 426 offre une maçonnerie très-solide. La terre ou le sol contre lequel ces briques s'appuient, prévient tout déplacement des briques; car la tendance de la pression qui consiste à les faire tourner sur elles-mêmes ne peut naître qu'après une compression du terrain, et cette compression ne peut avoir lieu qu'après un mouvement opéré. Ainsi les briques AAAA, etc., de notre figure doivent nécessairement déplacer les briques voisines GG, avant de s'avancer vers le centre du puits et se déplacer elles-mêmes. Mais ce déplacement des briques GG ne peut évidemment ne pas avoir lieu avant une compression du terrain qui se trouve derrière. Dans ce cas encore nous voyons quel est l'avantage de ne pas laisser d'intervalle à remplir après coup, entre la maçonnerie et le terrain. Si dans cet ouvrage on rencontrait un obstacle quelconque, soit une grosse pierre, soit qu'on n'ait pas creusé en suivant un cercle, il faut remplir l'intervalle d'argile qu'on aura soin de bien pilonner, afin de prévenir toute espèce de mouvement et compression postérieurs.


Fig. 429.

Quand on donne à l'épaisseur de l'ouvrage la longueur entière de la brique, on la place en rayonnant comme dans la fig. 427 ou bien en anneaux séparés, concentriques, comme l'indique la fig. 429.

Après avoir atteint à une certaine profondeur, les ouvriers qui creusent un puits se trouvent souvent incommodés par un mauvais air, fort désagréable et nuisible à la santé. L'acide carbonique de l'haleine étant spécifiquement plus pesant que l'air naturel, reste immobile au fond

du creux : pour remédier à cet inconvénient, on y descend souvent de l'eau de chaux destinée à l'absorption de l'acide carbonique. Cependant cet expédient est insuffisant ; pour renouveler l'air au fond d'un puits pendant son exécution, il faut employer le soufflet et l'éventail et faire descendre l'air par des tuyaux. On se servira de zinc mince pour ces derniers, auxquels on donnera en outre environ cinq centimètres de diamètre. La profondeur à laquelle un secours artificiel d'air sera nécessaire dépendra du diamètre du puits et de la position de son orifice. Si cet orifice reçoit l'air directement, sans couverture quelconque, temporaire ou non, l'air y sera naturellement plus pur que si une couverture en contrariait l'introduction. Il faut avoir soin de surveiller les ouvriers et observer s'ils se trouvent incommodés ou non. Dans le premier cas il faudra refouler au fond au puits de l'air d'en haut : dans tous les cas, il est humain de rafraîchir et de renouveler l'air au moyen d'un secours artificiel, la chaleur étant quelquefois très-désagréable pour les ouvriers qui travaillent ainsi dans un trou dans terre.

Des puits artésiens.

La forme des puits artésiens, leur profondeur et leur manière de fournir de l'eau, n'ont rien de commun avec ce qu'on voit dans les puits ordinaires.

Un puits artésien est un simple trou circulaire fait dans la terre avec une sonde; son diamètre ordinaire est de un décimètre à quinze centimètres, et sa profondeur de trente à trois ou quatre cents mètres et quelquefois davantage. Lorsque la sonde est parvenue à la profondeur du cours d'eau souterrain, on la retire ; l'eau monte alors par le trou et continue de couler, tantôt au-dessus du sol, tantôt à sa surface, et d'autres fois elle reste au-dessous. Quant à ce qui concerne la sonde, nous renvoyons à l'ouvrage de M. Garnier, intitulé *De l'art du fontainier sondeur*, Paris, 1822, 1 volume in-4°, et au *Guide du sondeur,* par M. Degousée, Paris, 1861, 2e édition, 2 vol. in-8° avec atlas.

Pour qu'un cours d'eau souterrain puisse monter par le trou de sonde, il est nécessaire : 1° que la surface du terrain

qui absorbe les eaux pluviales et fournit le cours d'eau soit plus élevée que le point où l'on fait le percement ; 2° que la couche dans laquelle il marche ait l'inclinaison ordinaire des cours d'eau et soit éminemment perméable, comme le sont les couches de sable, de gravier, de galets, les roches à texture lâche et celles qui sont fendillées dans tous les sens; 3° que cette couche perméable se trouve comme enveloppée dans toute sa longueur par des couches imperméables placées dessus, dessous et sur les côtés; 4° que l'eau n'ait pas d'issue vers le bas de cette couche, ou qu'elle n'y en trouve que d'insuffisantes, ou qu'elle n'y marche qu'avec difficulté.

L'eau pluviale qui tombe sur les affleurements de la couche perméable y descend comme dans un vaste conduit incliné, en remplit tous les interstices et en suit toutes les directions. La sonde artésienne, en perçant les couches imperméables et venant à atteindre l'eau contenue dans la couche perméable, ne fait que lui ouvrir une issue par laquelle elle monte toutes les fois que la surface de la colonne d'eau qui descend dans le terrain perméable se trouve à un niveau plus élevé que l'orifice du trou de sonde; l'eau sort de terre et s'élève d'autant plus haut que cette surface est plus élevée. Cette eau s'élève dans le trou de sonde en vertu de la tendance qu'ont les liquides à se mettre en équilibre dans les vases communiquants, et elle se comporte comme celle qu'on fait passer dans un conduit qui, après une descente continue et fort prolongée, se relève vers son débouché.

DES DEVIS.

Le devis est un détail circonstantiel et complet des dépenses exigées pour une construction quelconque, grande ou petite; il comprend donc les déboursés affectés aux matériaux, à la main-d'œuvre ou façon, et le transport de la pierre, de la brique, de la chaux, etc., etc.

Trois choses doivent surtout caractériser un devis : ces trois choses sont l'exactitude ou la précision, l'ordre et la clarté. Pour atteindre à ce but il faut avoir sous les yeux les plans et dessins de la construction projetée, afin de pouvoir y prendre toutes les mesures et proportions nécessaires à la rédaction du détail descriptif qu'on se propose de dresser ; cela toutefois ne suffit pas encore, car les différents détails doivent être énumérés avec suite et liaison et décrits avec clarté les uns après les autres.

C'est au moyen des plans, des coupes, des élévations et de certains détails en grand que l'on apprend à connaître les dimensions d'un bâtiment et de ses différentes parties. C'est au moyen de la réunion de tous ces dessins qu'on est mis à même de calculer exactement la superficie des surfaces, du cube des voûtes et des murs, la quantité de matériaux nécessaires ainsi que le montant de la façon ou mise en œuvre.

Afin de procéder avec ordre dans la rédaction d'un devis, on classe la matière en plusieurs divisions principales, sous les rubriques ou titres suivants : terrassement et fouille, fondations, maçonnerie, serrurerie, charpente, couverture, menuiserie, peinture et vitrerie, etc., etc., et sous ces titres principaux, sont compris les matériaux, la main-d'œuvre, le charroi, etc. Au moyen de ces divisions et en suivant leurs détails avec ordre et exactitude, il est difficile d'oublier un article; chaque sorte d'ouvrage peut être décrit et calculé et la dépense ou le coût peut être exactement évalué et même précisé.

On doit donc expliquer dans le devis la forme et les dimensions de chacune de ses parties; la manière dont elles doivent être exécutées, la nature et les qualités des matériaux qui doivent y être employés, et enfin l'évaluation des dépenses qui peuvent en résulter.

Il ne faut pas mettre de précipitation dans le travail d'un devis; il faut se renseigner sur tous les détails pour le bien faire. C'est à la promptitude et au défaut de connaissances sur la valeur des matériaux qu'est dû l'insuffisance des devis et qu'ils sont souvent dépassés dans l'exécution. Il en est des devis comme de toutes choses positives; il faut en connaître les

éléments constitutifs pour pouvoir arriver à un résultat normal et réel.

Il faut que les devis contiennent toutes les conditions relatives à chaque nature d'ouvrage; ainsi, pour la maçonnerie, on indiquera la nature des pierres, moellons, plâtre, mortier, etc. On expliquera comment ces matériaux seront façonnés, employés, mesurés et évalués, afin que dans aucun cas il ne puisse s'élever de contestations entre l'entrepreneur et le propriétaire. Pour la charpente, on désignera la nature des bois, leurs dimensions, la manière dont ils seront disposés, assemblés et façonnés, tant pour les planchers, les combles, les pans de bois, les cloisons, que pour les escaliers, lucarnes et autres ouvrages. Pour la menuiserie, on indiquera la qualité des bois, tels que le chêne, le sapin, pour les lambris, portes, fenêtres; on en fixera la forme et les dimensions par des dessins, afin de pouvoir en déterminer la valeur à *tant* le mètre superficiel ou mètre linéaire. Pour la serrurerie, on distinguera les ouvrages en gros fer, tels que les tirans, ancres, harpons, étriers, etc., de ceux qui exigent plus de soins et d'ajustement, tels que les rampes d'escalier, les balcons, les grilles, etc.; enfin, les ouvrages de serrurerie proprement dits, tels que ceux qui servent à la fermeture des portes, fenêtres, comme pentures, gonds, fiches, serrures, verroux, espagnolettes, etc.

Il est d'usage d'évaluer les gros fers à *tant* le cent ou le kilogramme; les rampes et grilles peuvent s'évaluer au mètre superficiel ou au mètre courant. Quelquefois on détaille ces ouvrages pour en apprécier plus justement la valeur et quelquefois on les évalue à la pièce; les devis et dessins réunis servent à indiquer leur forme, la manière dont ils doivent être exécutés. Pour la couverture on désignera la forme des combles; s'ils doivent être couverts en ardoises, de quelle qualité, ou en tuiles de tel pays; comment seront faits les faîtages, les noues, les gouttières, les chéneaux, lucarnes, etc. On fera le détail de chaque nature d'ouvrage pour les parties neuves, les parties remaniées, les parties en recherches, les filets, solins, batellements, etc. Il en sera de même de tous les autres objets, comme vitrerie, plomberie, peinture d'impression, etc. On

s'attachera surtout à prévenir les abus et les infidélités qui peuvent naître de la cupidité des entrepreneurs et de la négligence des ouvriers, afin que les ouvrages se fassent avec toute la perfection, la solidité et l'économie dont ils sont susceptibles.

Nous avons déjà dit et nous répétons que pour établir convenablement un devis il faut avoir les dessins arrêtés de la construction dont on veut connaître la dépense. Ces dessins doivent initier aux diverses dimensions de toutes les parties du bâtiment à élever, enseigner les proportions des ouvrages de maçonnerie, de charpente, etc., propres à donner à la construction toute la durée et la solidité possibles ; mais, d'un autre côté, elles ne doivent pas être trop considérables, afin de ne pas augmenter la dépense inutilement. Il faut aussi que la distribution, la position et les dimensions des différentes pièces répondent à leur destination et aux commodités du propriétaire. Il faut enfin que l'intérieur du bâtiment projeté donne de la satisfaction à l'œil et au goût. Quand ces exigences sont remplies et qu'on admet que leur exécution matérielle peut avoir lieu selon les règles de l'art, il est naturel qu'on désire savoir quel sera le montant des dépenses. On arrive à cette connaissance en se rendant un compte exact du prix des ouvrages de chaque corps de métier.

Il est facile de comprendre qu'un modèle de devis ne peut pas servir pour des localités différentes où les prix des matériaux et de la main-d'œuvre sont très-variés. Il n'y a d'invariable dans un devis que les mesures cubes et de surface de la construction à élever.

Il y a dans tout devis trois choses à considérer, 1° la quantité de matière en œuvre, 2° le déchet ou la perte qu'elle a à éprouver, et 3° la main d'œuvre qu'elle a pu occasionner.

On se rend facilement compte de la quantité de matière par son poids, par ses dimensions, qui en fonf connaître le cube, ou par le nombre d'objets qui en sont formés. Les pierres et les bois de charpente, par exemple, sont susceptibles d'être évalués au mètre cube ; les fers, les plombs et autres métaux au kilogramme ou au quintal métrique ; les briques, les carreaux, les ardoises, les tuiles, au cent ou au millier. Mais ce

qui est moins facile à apprécier, c'est la quantité de temps nécessaire à la confection de chaque genre d'ouvrage et la quantité du déchet que les matériaux peuvent éprouver en raison des formes qu'on leur donne. Il faut renoncer à la prétention d'arriver à une exactitude rigoureuse et mathématique, qui ne peut être que le résultat d'effets obtenus par la mécanique, comme plusieurs auteurs l'ont fait remarquer très-judicieusement. Il y a un *medium*, un moyen terme entre une exagération abusive dans la dépense et une économie préjudiciable aux constructions, qu'il faut garder et pratiquer.

Tout devis doit commencer par l'évaluation des travaux de terrassement et de fouille. Quand on a mesuré sur le *plan* la superficie des fouilles, et qu'au moyen des *coupes* on en a fait les cubes et qu'ensuite on y a adapté les prix, on doit passer à l'évaluation des différents travaux de maçonnerie. On en fera de même en troisième lieu des ouvrages de charpente, 4° des ouvrages de couverture, 5° de ceux de menuiserie, 6° de ceux de serrurerie, 7° de ceux de plomberie, 8° de ceux de pavage et carrelage, 9° de ceux de marbrerie, 10° de ceux de peinture et 11° enfin de ceux de vitrerie. On voit, par ce que nous venons de dire, qu'un devis, ou le calcul de ce que coûtera la construction d'un bâtiment quelconque, se compose d'un grand nombre d'opérations arithmétiques et de détails qu'il est indispensable de faire et de connaître.

Il faut donc apporter une attention toute particulière à ces opérations et n'omettre aucunes des parties essentielles. Il ne faut donc pas se dissimuler que la rédaction parfaite ou exacte et juste d'un devis est une chose assez difficile pour quiconque n'en a pas l'habitude et la pratique. Mais avec de la réflexion, de la méditation, on pourra cependant approcher très-près de la vérité. Nous allons donner ici le commencement d'un devis qui doit servir d'exemple et de programme à suivre.

La construction dont il s'agit, mesurée au-dessus de la retraite du rez-de-chaussée a 16 mètres de longueur hors œuvre sur 12 de largeur ou profondeur prise de même; elle aura par conséquent 192 mètres de surface ou de superficie (16 × 12). Sa hauteur jusqu'au-dessus de la corniche est de 10^{m},80. Elle se compose d'un souterrain, d'un rez-de-chaussée, de deux

étages carrés au-dessus, et est terminée par un comble à croupes.

L'étage souterrain est divisé en quatre pièces principales voûtées, de 3 metres d'élévation sous clé de voûte, et un escalier en pierre. Les caves seules y sont placées.

La fouille des terres étant terminée, les murs seront établis sur une assise générale de libage en pierre dure franche, de bonne qualité, posée sur le fond des rigoles, nivelée et battue et portant 8 centimètres d'empatement (plus forte épaisseur des murs dans les fondations) de chaque côté des murs relevés au-dessus.

Ces murs seront construits en bons moellons de... (indiquer le lieu d'où ils seront tirés), maçonnés en mortier de chaux et sable, posés par assises, et battus pour éviter les tassements.

Les faces apparentes de ces murs seront en moellons piqués, ainsi que celles des voûtes. Les reins de ces voûtes seront garnis en bonne maçonnerie de moellons et arrasés de niveau pour former le sol du rez-de-chaussée. Les parties en pierre de taille, telles que murs, piliers, dosserets et chaînes, seront en pierre dure franche, de bonne qualité, avec lits, joints et parements bien conditionnés, ainsi qu'il sera indiqué dans le détail estimatif où seront portés les autres ouvrages à exécuter pour la mise en état des pièces de ce souterrain.

Le rez-de-chaussée a quatre marches, ou 64 centimètres audessus du sol; il est distribué en quatre pièces principales, avec vestibule formant antichambre sur le devant et un escalier sur le derrière.

Les murs de face jusqu'au-dessus du cordon, formant l'appui des fenêtres du premier étage, seront construits en pierre de taille de bonne qualité, ainsi qu'il sera expliqué dans le détail d'estimation.

A l'intérieur, les murs de refend et de côté seront construits en bons moellons durs, maçonnés en plâtre (substituer chaux et sable s'il n'y a pas de plâtre dans la localité), ravalés des deux côtés.

Les dosserets des portes seront en pierre de taille ainsi que les deux premières assises au-dessus du sol, sous les murs de côté ou murs de face latéraux.

(Quant à la décoration intérieure, aux fenêtres, portes et autres menuiseries, à la peinture et à la serrurerie, il en a déjà été question).

Le premier étage est également distribué en quatre pièces principales, dont trois avec cabinet. Ces trois pièces sont des chambres à coucher; la quatrième est une bibliothèque.

Les murs de distribution de l'intérieur ou murs de refend, ainsi que les deux murs latéraux de face, seront construits en moellons, maçonnés en plâtre (ou en chaux et sable s'il n'y a pas de plâtre).

Les cloisons qui forment les cabinets et les alcôves seront en menuiserie à claire-voie, ravalés en plâtre (ou avec ce qui est d'usage dans la localité). Les portes, fenêtres, et autres ouvrages, devront être indiqués dans le détail estimatif.

Les murs formant la distribution du deuxième étage, ainsi que les murs de face et les murs latéraux, seront tous construits en moellons maçonnés en plâtre (indiquer l'usage du pays quand il n'y a pas de plâtre) et ravalés. Les planchers séparant les étages au-dessus du rez-de-chaussée seront composés de solives en bois de chêne de bonne qualité, avec aire et plafonds, corniches, parquets, carreaux, etc., etc.

Nous indiquons ci-après le métré de quelques surfaces et solides, qui aidera à se rendre compte de certaines difficultés d'appréciation.

Il ne faut pas se dissimuler que la confection d'un *devis exact* est un travail long et difficile, que ce travail embrasse une infinité de détails, d'opérations géométriques et arithmétiques qui sont longues, compliquées, arides, mais auxquelles il faut absolument se soumettre pour arriver à la vérité. Nous ne craignons pas de dire que malgré tout le soin et l'attention qu'on apporte à la confection d'un devis il pourra échapper quelques détails, quelques articles, à l'homme, au laïque qui n'est pas rompu à ce genre de travail.

Il est moins difficile de dresser un devis exact des dépenses à faire pour élever un monument public que pour celles destinées à l'édification d'une maison particulière. Dans l'exécution des détails qui constituent le monument, tout est prévu, et par les grandes dimensions aucun de ces détails ne doit et ne

peut varier. Il n'en est point ainsi pour la maison. On prévoit bien, par exemple, le nombre de poutres, de chevêtres, de solives, de chevrons, d'arbalétriers, de pannes, etc., etc. On leur a donné leurs dimensions normales. Or, quand on a affaire à des charpentiers riches, considérables, qui ont en magasin une immense quantité de bois, parmi lesquels on peut trouver les échantillons nécessaires à la construction qu'on a en vue d'élever, le devis de la charpente peut être fait avec une exactitude absolue. Mais il n'en est point ainsi dans bien des cas, surtout dans de petites localités, et à plus forte raison à la campagne. On est souvent obligé de modifier dans le cours de l'exécution des travaux de construction, certaines mesures cotées dans le devis, afin de ne pas avoir trop de déchet dans le bois; on est quelquefois forcé d'accepter des dimensions de bois plus grandes que celles prévues dans le devis. Si l'on voulait être absolu dans les mesures, l'entrepreneur en faisant ses calculs augmenterait ses prix en conséquence. Il y a donc dans cet objet une certaine élasticité à exercer. Il ne faut cependant pas que cette élasticité aille trop loin, et autant que possible il faut s'en tenir aux dimensions de bois énoncées dans le devis et calculées d'après les espaces plus ou moins longs à couvrir de planchers ou de combles.

« Dans une grande et célèbre ville de la Grèce, dit Vitruve (1), à Éphèse (en Asie Mineure), il existe, dit-on, une ancienne loi à laquelle on a attaché une sanction sévère, mais juste. Tout architecte qui se charge d'un ouvrage public est tenu de déclarer quels doivent en être les frais, et une fois l'estimation faite, ses biens passent comme garantie dans les mains du magistrat, jusqu'à l'accomplissement des travaux. Si les dépenses répondent au devis, on lui accorde des récompenses, des honneurs; si elles ne dépassent l'estimation que du quart, on a recours aux deniers publics, sans qu'il soit contraint de subir aucune peine; mais si elles montent au delà du quart, on prend l'excédant sur ses biens. »

« Combien il serait à souhaiter que les Romains eussent une loi semblable, continue Vitruve, non-seulement pour leurs

(1) Vitruve, *De l'Architecture*, Introduction du livre X.

édifices publics, mais encore pour leurs bâtiments particuliers ! L'impunité n'autoriserait pas les désordres de l'ignorance ; il n'y aurait que ceux dont l'habileté serait reconnue qui oseraient exercer la profession d'architecte ; les pères de famille ne seraient point jetés dans ces dépenses excessives qui les ruinent ; les architectes, arrêtés par la crainte d'une peine, apporteraient plus de soin dans le calcul de leurs dépenses, et l'on verrait s'achever les édifices pour la somme qu'on se proposait d'y employer ou peu de chose en sus. Car celui qui veut dépenser 400 mille sesterces (84 mille francs) à la construction d'un bâtiment peut bien y ajouter cent mille autres (21 mille francs) pour avoir le plaisir de le voir terminer; mais quand les frais se trouvent doublés, plus que doublés, on perd toute confiance, on ne veut plus entendre parler de rien, on se voit ruiné, on n'a plus de courage, on est forcé de tout abandonner. »

Un des traducteurs anglais de Vitruve, W. Newton, fait remarquer que les erreurs dans les devis ont lieu partout, et qu'il n'est guère possible que les frais d'un édifice ne dépassent jamais l'estimation première, malgré beaucoup de soin, beaucoup d'exactitude.

Sait-on sûrement d'avance quel sol on trouvera en creusant pour les fondations? N'est-on pas quelquefois obligé, lors de l'exécution, de modifier la nature des matériaux qu'on avait dessein d'employer primitivement ?

Le propriétaire qui voudra dresser un devis pour sa maison future fera bien de se faire aider par les différents entrepreneurs. Il aura sous les yeux les plans et autres dessins nécessaires, et consultera l'homme du métier pour savoir s'il n'a pas fait quelque oubli. Il lui demandera le prix des choses, et s'informera dans la localité si ce prix est juste et *courant*.

Méthode pratique pour mesurer une voûte en berceau.

Pour cette opération, on multipliera d'abord le diamètre intérieur de la voûte par le rayon extérieur; de cette surface on retranchera celle du demi-cercle qui forme le vide de la voûte, et le reste sera la surface de la couronne et des reins.

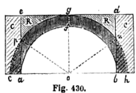


Fig. 430.

Par exemple, soit une voûte dont le diamètre intérieur *ab* est égal à 12 mètres, et l'épaisseur *ac* est égale à $1^m,5$.

Pour la surface du rectangle *abde* on a, *ab* multiplié par *ae*, ou 12 multiplié par $7^m,5 = 90$.

Et pour le demi-cercle intérieur formant le vide de la voûte, *ab* multiplié par *of*, multiplié par $\frac{11}{14}$, ou 12 multiplié par $6 = 72 \times 11$ et divisé par 14 =....... 56,5714

Il reste pour la surface de la couronne et des reins. $33^m,4286$

La méthode la plus abrégée pour trouver la surface du cercle consiste à chercher le carré du diamètre et d'en prendre les $\frac{11}{14}$. Nous avons comme diamètre 12 qui $\times$ par $12 = 144$, dont la moitié pour notre vide est 72, qu'il faut multiplier par onze et diviser par quatorze. On peut aussi calculer de la manière suivante : prendre la moitié de 72 (pour $\frac{14}{28}$) = 36; le quart ($\frac{7}{28}$) = 18; le 7ᵉ du quart ($\frac{1}{28}$) = 2,5714. En tout $\frac{22}{28}$ au $\frac{11}{14}$. Car 36 + 18 + 2, 5714 = 56,5714.

Pour trouver la valeur de la couronne, il faut multiplier le diamètre intérieur plus $\frac{2}{7}$ de ce diamètre par l'épaisseur de la voûte.

Pour la couronne on aura donc

ab plus $\frac{2}{7}$ de *ab* multiplié par *fg*, ou $12 + \frac{2}{7}$ de $1^m,5 \times 1^m,5$,

ou pour le diamètre..........................	12,0000
pour les $\frac{2}{7}$ de diamètre (les $\frac{2}{7}$ de 12)............	3,4286
	15,4286
Pour la surface de la couronne, il faut multiplier cette somme (15,4286) par l'épaisseur $1^m,5$ de la voûte.	23,1429
Et si enfin on retranche cette dernière surface de la précédente, on aura pour la valeur des reins....	10,2857

Si l'on multiplie ces différentes surfaces (33,4286, 23,1429 + 10,2857) par la longueur de la voûte, on en aura le cube.

Ainsi 33,4286 multiplié par 14, longueur supposée de

la voûte, on aura $468^m,0004$, 23,1429 additionnés à 10,2857 font 33,4286, qui multipliés par 14 = 468,0004.

Il s'agit maintenant de mesurer le cube d'une voûte avec ses reins *plus* les murs de culée (ou massif qui arc-boute la poussée d'une voûte). Supposons que la voûte entière, compris les deux demi-segments engagés dans les murs de culée, ait pour mesure

ch multiplié par *og* multiplié par $\frac{11}{14}$, ou 15 multiplié par 7,5 = 1125 multiplié par 11 divisé par 14 = moins le vide de la voûte..............	88,393
ab multiplié par *of* multiplié par $\frac{11}{14}$, ou $12 \times 6 \times \frac{11}{14}$ =....................................	56,571
Surface de la voûte, compris les deux demi-segments.......................................	31,822

Il s'agit enfin de soustraire ces deux demi-segments des culées pour en avoir le cube.

Il faut chercher d'abord la surface du demi-segment *acp* : cette surface est égale à celle du secteur *ocp* moins le triangle *oap*.

Ainsi on a

$\frac{cp}{2}$ multiplié par *op* moins $\frac{ap}{2}$ multiplié par *oa*; ou

$\frac{4,827}{2} \times 7,5$ =...........................	18,10
moins $\frac{4,05}{2} \times 6$ =.	13,50
Il reste pour la surface du demi-segment *acp*......	4,60
idem pour le demi-segment *bhz*................	4,60
Ensemble...	9,20

Nous avons vu que la voûte entière, compris les deux demi-segments engagés dans les murs de culée, a pour mesure

ch multiplié par *og* multiplié par $\frac{11}{14}$ ou 15 multiplié par 7,5 multiplié par $\frac{11}{14}$ =.........	88,393

moins le vide de la voûte *ab* multiplié par *of* multiplié par $\frac{11}{14}$ ou $12 \times 6 \times \frac{11}{14}$ =............. 56,571

Surface de la voûte, compris les deux segments.... 31,822
De ce dernier résultat, il faut retrancher la valeur des deux parties engagées........................ 9,20

Il restera pour la surface de la voûte sans les deux demi-segments.............................. 22,622

Nous n'avons pas indiqué l'opération pour arriver à connaître la mesure de la longueur *cp*, portée à 4,827. Cette opération, qui comprend des calculs et des détails mathématiques, n'entre pas dans le cadre de cet ouvrage. Pour arriver à la connaissance de la longueur de cette ligne, on la mesurera sur l'épure qu'on fera faire de la voûte ou d'une de ses moitiés avant de commencer sa construction. Cette épure pourra se faire de grandeur d'exécution sur un vieux mur, ou l'aire unie de quelque grange ou grenier.

Méthode pour mesurer une voûte en pierre plein cintre ou en berceau avec voussoirs à crossettes (1).

Pour métrer cette sorte de voûte, il faut mesurer chaque voussoir séparément suivant son équarrissage; retrancher du produit la pierre en œuvre, et le surplus sera le cube des évidements.

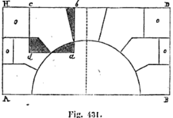


Fig. 431.

La mesure de chaque voussoir est prise de la manière qui est indiquée par le prisme *adcb*, circonscrit à la forme en œuvre : les hachures indiquent la pierre jetée bas.

La superficie de la pierre en œuvre est égale au rectangle ABDH moins celle du vide de la voûte et des quatre parties *oooo*, qui doivent être comptées comme assises courantes puisqu'elles sont parallélipipédiques.

(1) Crossettes se dit des crochets que l'on pratique aux pierres ou voussoir formant une voûte, un arc ou une plate-bande.

Si on multiplie cette surface par la longueur de la voûte, on aura le cube de la pierre en œuvre.

Si enfin du cube total, suivant l'équarrissage de la pierre, on retranche celui de la pierre en œuvre, on aura le cube des évidements.

Le parement circulaire de l'intrados (partie intérieure et concave de la voûte), considéré comme taille circulaire en grande partie, faite d'après évidement, est réduit à $\frac{5}{6}$ de taille.

La surface de chaque joint droit égale à celle du rectangle ABDH, moins celle du vide de la voûte, et cette surface est réduite à $\frac{1}{2}$ taille.

Les joints obliques ou en coupe, faits d'après des évidements comptés en cube, sont mesurés suivant leurs dimensions en œuvre, et réduits en pierre dure, à $\frac{1}{3}$ de taille, et en pierre tendre à $\frac{1}{2}$.

La taille de l'extrados (partie extérieure de la voûte) DH, et celle des deux faces latérales AH et BD, sont métrées d'après leurs dimensions en œuvre, et réduites en taille suivant le degré de perfection du travail.

Si, au lieu d'assises en pierre, les parties 0000 sont en moellon ou meulière, il faut les mettre sous le timbre qui leur est propre.

Métré des voûtes en arc de cloître et d'arête.

Les voûtes d'arête et les voûtes en arc de cloître sont à plein cintre et ordinairement sur plan carré.

Deux berceaux plein cintre sont égaux en surface à une voûte d'arête et à une voûte en arc de cloître élevées sur le même plan.

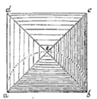


Fig. 432.

Si nous supposons une voûte en berceau coupée diagonalement par deux plans verticaux qui se croisent en passant de l'extrémité d'une naissance à l'autre, comme *ac* et *bd*, il en résulte que les deux pans de voûte tournés du côté des ouvertures appartiennent à une voûte d'arête, et que les sections *aed* et *bec* sont deux pans de voûte

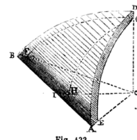


Fig. 433.

en arc de cloître. Si la même opération est faite sur une deuxième voûte en berceau, de même longueur et de même diamètre, on aura de cette manière quatre pans de voûte en arc de cloître, et quatre pans de voûte d'arête, c'est-à-dire une voûte de chaque espèce.

Soit un pan de voûte en arc de cloître, plein cintre

Supposons la longueur extérieure....	AB = 20
La longueur intérieure............	EF = 16
Le demi-diamètre intérieur.........	CH = 8
Le demi-diamètre extérieur.........	CI = 10
Et l'épaisseur de la voûte...........	DG = 2

Puisque la voûte est plein cintre, la montée CG et la hauteur CD sont connues, car CG est égal à CH et CD est égal à CI.

Chaque pan de voûte en arc de cloître plein cintre doit être considéré comme une portion de la sphère, dont le point D serait le pôle, AB une partie de l'équateur et CD le rayon.

Or, comme la solidité ou cube d'une sphère entière est égale à la circonférence de l'un de ses plus grands cercles multipliée par le diamètre, et ce produit par le tiers du rayon, il s'ensuit que le cube d'un pan de voûte en arc de cloître plein cintre, en y comprenant la partie engagée dans le mur de culée, est égale à la longueur de ce pan de voûte mesuré à sa base multipliée par le rayon, et le produit par le tiers de la hauteur ou du rayon moins le cube du vide.

Ainsi pour ce pan de voûte on a

$$AB \times CI \times \frac{CD}{3} - EF \times CH \times \frac{CG.}{3}$$

Si à ces quantités on substitue les dimensions connues, on aura

$20 \times 10 \times \frac{10}{3}$.. 666,667

pour le vide,

$16 \times 8 \times \frac{8}{3}$.................................. 341,333

Il reste pour le cube du pan de voûte..... 325,334

Méthode de métrer les plates-bandes droites des baies de porte et de fenêtres.

Le plafond de l'ébrasement et celui du tableau sont quelquefois en pierre dans les constructions riches ou élégantes. Les claveaux et voussoirs doivent être mesurés par équarrissage ; alors la pierre jetée bas est comptée comme évidement et déchet, et celle en œuvre est mise sous un timbre particulier qui porte l'indication de l'ouvrage et de la qualité de la pierre.

Soit une plate-bande droite en pierre, dont nous désignons l'épaisseur par la lettre E.

Un claveau A de cette plate-bande a pour mesure dans notre détail en plus grand

$$dg \times dp \times \text{E},$$

dont en évidement et en déchet

$$\frac{pq + fg}{2} \times dp \times \text{E}.$$

Fig. 431.

Dans ce cas, on peut abréger l'opération en métrant ensemble les cinq claveaux et les deux sommiers BB suivant leur équarrissage, ce qui revient à

$$ao + bc + de + fg + hi + kl + mn \times dp \times \text{E},$$

dont en œuvre

$$ao \times dp \times \text{E}.$$

Le reste est le cube des évidements et des déchets.

Les parements vus, mesurés suivant leur forme en œuvre, sont comptés à l'unité de taille. Le lit supérieur *a o* en pierre dure, s'il reçoit d'autres assises, est réduit à $\frac{1}{3}$ de taille, et, s'il n'est que dégrossi, on le compte pour un sixième. Les joints droits *as* ou *ou* sont comptés à une demi-taille, et les joints obliques *bt*, *dq*, *fr*, *iv*, *lx* et *ny*, mesurés doubles, puisque chaque claveau porte deux joints, sont réduits, comme étant faits d'après évidement, à $\frac{1}{3}$ de taille en pierre dure, et à $\frac{1}{2}$ si c'est en pierre tendre.

Métré des claveaux à crossette.

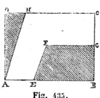


Fig. 435.

Cette sorte de claveaux se mètrent suivant le principe des claveaux droits. Ainsi un claveau à crossette, fig. 435, a pour mesure AB $\times$ AD $\times$ E (l'épaisseur), dont en évidement et déchet

$$\frac{DH}{2} \times AD \times E, \text{ et } \frac{BE + FG}{2} \times BG \times E$$

Le reste du produit total est le cube de la pierre en œuvre. Supposons maintenant des mesures connues :

AB = 54 on aura 54 $\times$ 40 $\times$ 48 ou $0^m,10368$ cube total.

AD = 40 $\frac{12}{2}$ ou 6 $\times$ 40 $\times$ 48 ou $0^m,01152$ } évidement et déchet.

E = 48 $\frac{37 + 28 \times 20 \times 48}{2}$ ou $0^m,03120$ } $0^m,04272$.

DH = 12
BE = 37
FG = 28 $0^m,10368 - 0^m,04272 = 0^m,06096$ ($0^m,061$).
BG = 20

On voit qu'il n'y a rien de difficile dans le métré d'un claveau à crossette, en décomposant et analysant l'opération et en procédant avec réflexion.

Méthode de métrer les marches.

La marche, soit en bois, soit en pierre, est la partie dans un escalier où l'on pose le pied ; on la nomme aussi degré. Il n'est question ici que des marches en pierre.

Les marches les plus simples sont rectangulaires sur leur profil, et quelquefois chanfreinées (à arête abattue sur le devant) sur le devant. Il y en a de délardées (démaigries en chanfrein par-dessous) et profilées de moulures, et d'autres dansantes comme pour les escaliers tournants; il y en a enfin dont la tête et le plafond sont appareillés en coupe, et formant voussoirs ou claveaux comme dans les escaliers dits en vis Saint-Gilles. Nous ne nous occuperons point de ces dernières.

Les marches droites ou pleines sont métrées en cube ainsi qu'il suit : à la longueur visible on ajoute 8 centimètres pour chaque portée dans les murs en pierre : 16 centimètres pour celles dans les ouvrages en moellon et 3 centimètres pour ce qui entre dans le limon.

A la largeur visible on ajoute 5 centimètres pour le recouvrement (partie de la marche inférieure, cachée par la saillie de la marche supérieure).

Les parements de face et du dessus sont comptés à l'unité de taille. Leur longueur comprend les portées et encastrements, et le recouvrement doit être ajouté à la largeur visible de chaque marche.

Les lits du dessous des marches, lorsqu'ils portent sur une maçonnerie en moellon, et qu'ils ont été réellement dégrossis (ou ébauchés), sont réduits à $\frac{1}{6}$ de taille. Si, ce qui arrive le plus souvent, ces lits sont bruts, il n'est rien compté. Dans les escaliers ordinaires, dont le dessous est apparent, sans cependant former ni voûte ni plafond, la taille de cette face est considérée comme celle d'un lit ordinaire et réduite à $\frac{1}{3}$ de taille, compris les sciages perdus. Lorsque les marches joignent d'autres ouvrages en pierre, la taille des abouts ou joints d'extrémité est réduite à $\frac{2}{3}$. Si les portées ont lieu dans un mur en moellon, les joints sont souvent bruts, et dans ce cas il n'est rien compté; mais, lorsqu'ils ont été dégrossis, on les réduit à $\frac{1}{6}$ de taille. Les joints sur la face de derrière des marches sont quelquefois bruts, comme pour les descentes de cave, par exemple, mais si cette face a été taillée on la compte pour $\frac{1}{2}$ taille. Quant au chanfrein, il est variable; on compte cette taille suivant ses dimensions réelles et visibles.

Les marches droites et pleines, profilées sur le devant d'un quart de rond et d'un filet, se mètrent comme les précédentes et l'on compte en plus le profil de la moulure, suivant sa longueur visible, sur 32 centimètres de taille.

Pour les marches dansantes, leur largeur est prise au nu du mur, perpendiculairement sur l'arête du devant de la marche, et non mesurée à l'extrémité de la portée.

On nomme *marche délardée* celle qui est moins haute du derrière que du devant, fig. 436. Dans un morceau de pierre

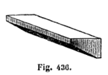


Fig. 436.

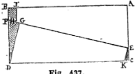


Fig. 437.

ABDC, fig. 437, par le moyen d'un trait de scie EF et des parties jetées bas CEK, BFHI et DFG, on obtient deux marches délardées, dont les parements du dessus sont AI et EG. Pour mesurer ces sortes de marches, il faut les prendre deux à deux, telles qu'elles ont été débitées dans le même morceau de pierre.

Ainsi deux marches droites et délardées, fig. 437, débitées dans un même bloc ABDC, doivent être prises ensemble suivant le prisme circonscrit à leur forme en œuvre, et les évidements comptés séparément. On aura donc $AC \times AB \times L$ (la longueur), dont en œuvre pour la première marche $\frac{AE + HI}{2} \times AI \times L$. Le double de ce produit est le cube des deux marches en œuvre. Si on le retranche du total précédent, le reste sera le cube des évidements.

Par exemple que :

$$AC = 25$$
$$AB = 44$$
$$L = 1,25$$

Ces trois dimensions multipliées ensemble feront $0^m,1375$ cubes, pour les deux marches.

Ensuite que :

$$AE = 16$$
$$HI = 6$$
$$AI = 41$$
$$L = 1,25$$

On aura $16 + 6 = 22$ divisé par $2 = 11 \times 41 \times 1,25 = 0^m,056375$, pierre en œuvre pour la première marche.

Que :

$$GD = 15$$
$$EG = 41$$
$$EK = 5$$
$$L = 1,25$$

On aura 15 + 5 = 20 divisé par 2 = 10 × 41 × 1,25 = 0m,051250, pierre en œuvre pour la seconde marche. Ces deux cubes de pierre (0,056375 et 0,051250) font ensemble 0m,107625 qui, diminués du cube brut, donnent 0,0298 pour évidement et déchet.

Les différentes tailles sont métrées comme pour les marches pleines. Les parements AI, AE et EG sont comptés à l'unité de taille, et celui de la face DG, qui est fait par suite d'un évidement compté en cube, est réduit à $\frac{1}{2}$. Les lits EH et DK, s'ils sont terminés, sont réduits à $\frac{1}{3}$; les joints des extrémités, s'ils sont dégrossis, on les réduit à un cinquième, et à $\frac{2}{3}$ si la taille de ces joints est terminée. Ils ont chacun pour mesure :

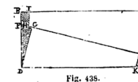


Fig. 438.

$$\frac{AE + HI}{2} \times AI$$

ou en chiffres 16 plus 6 = 22 divisés par 2 = 11 × 41 = 0m,0451 superficiel.

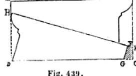


Fig. 439.

Les marches délardées et profilées d'une moulure sur le devant, fig. 439, se mètrent deux à deux, suivant le prisme circonscrit à leur forme en œuvre et d'après les mêmes principes que les précédentes. Ainsi on a AB × AC × L (la longueur), dont, en évidement et déchet, le prisme quadrangulaire CEFG. Le surplus est le cube de la pierre en œuvre.

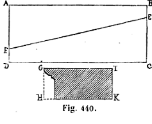
Les parements de face et du dessus sont comptés à l'unité de taille, compris l'épannelage pour le dégagement de la moulure ; et le profil, composé d'un quart de rond ou d'une baguette, d'un filet et d'un congé au-dessous, est métré, d'après sa valeur visible, sur 32 centimètres courants de taille.

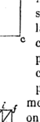
Les lits et joints sont ensuite comptés comme nous avons dit pour les marches précédentes.

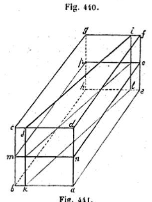
Comme il est assez difficile de mesurer exactement le petit prisme quadrangulaire CEFG, dont la base est constamment de petite dimension, ordinairement équivalent à un rectangle de

2 ou 3 centimètres sur 5 centim., selon la hauteur plus ou moins forte du derrière des marches, il sera facile d'en déterminer la surface par aperçu, sans crainte d'erreur sensible, ce qui ne changerait en rien le cube total de l'ouvrage.

On nomme *marches dansantes* les marches qui sont portées ou assemblées dans les quartiers tournants des escaliers. Dans les cages d'escalier circulaires, ces sortes de marches sont ordinairement débitées deux à deux dans un même morceau de pierre ABCD, au moyen d'un trait de scie EF pratiqué dans le sens de la hauteur du bloc, de manière à ce que le sciage doive former les parements de face des deux marches. Si ensuite le banc de la pierre est assez élevé pour permettre deux hauteurs de marche, on trouve, par un autre trait de scie pratiqué dans le sens de l'épaisseur de la pierre, quatre marches égales dans le même bloc.




Fig. 440.


Fig. 441.

Soit un morceau de pierre *abcd efgh :* le trait de scie *jkli* a séparé la pierre en deux; un autre trait de scie *mnopm* le séparera en deux dans le sens inverse et donnera quatre marches.

Il est visible que chaque marche dansante a plus de largeur que la moitié du prisme total, puisque les parements des deux dessus ABEF et CDFE, fig. 440, représentent des trapèzes. Il s'ensuit que, pour obtenir deux marches de cette espèce dans le même morceau de pierre, il faut qu'il soit au moins égal à la plus grande largeur d'une marche BE, plus sa petite largeur AF ou CE.

Ainsi, une marche pleine et dansante ABEF, fig. 440, dans une cage d'escalier circulaire, a pour mesure la demi-somme de sa plus grande et de sa plus petite largeur, mesurée à l'ex-

trémité des portées, multipliée par la hauteur, et ce produit par la longueur.

$$\frac{AF + BE}{2} \times GH \times AB.$$

Supposons que AF = 51
BE = 13
GH = 16
AB = 1,40

On aura 51 + 13 = 64 divisé par 2 = 32 × 16 = 512 × 1.40 = 0^m,071680.

Les différentes tailles sont métrées comme pour les marches précédentes.

Les marches dansantes dans les cages d'escalier rectangulaires ne présentent plus le même avantage pour être débitées que celles des cages circulaires. En effet, dans celles-ci, lorsque le plan est un cercle ou une portion de cercle, toutes les marches sont semblables et de même dimension, tandis que dans les cages angulaires chaque marche dansante, fig. 443, a une forme et des dimensions différentes. Par cette raison il est facile de concevoir que, si on débite deux de ces sortes de marches dans le même morceau de pierre, il en résulte évidemment un déchet très-considérable, ainsi qu'il est aisé de s'en convaincre par le plan des marches 2 et 3 prises dans le même bloc, fig. 442.

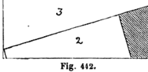
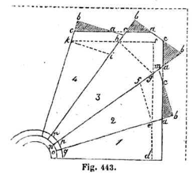


Fig. 442.

D'un autre côté, il faut remarquer que les différentes portées des marches, d'après le prisme primitif de la pierre, présentent des angles saillants trop prononcés, comme *a, b, c,* angles qu'il est souvent nécessaire de recouper, afin d'obtenir des portées plus uniformes, et principalement pour éviter de trancher dans une trop grande profondeur les murs de la cage d'escalier. Les portées étant de forme très-irrégulière, le métré rigoureusement exact des marches dansantes en devient d'autant plus long et plus difficile.

Mais, comme il arrive presque toujours que les portées se

trouvent cachées au moment du métré ou de la vérification de l'ouvrage, et que, d'un autre côté, on ne peut se dispenser d'admettre un certain déchet produit par le recoupement et la taille des abouts ou extrémités, il est plus simple et non moins exact de prendre la longueur visible des marches et d'y ajouter le chiffre d'une portée ordinaire (8 centim.).


Fig. 443.

Suivant l'usage actuel, les marches dansantes sont métrées d'après leur plus grande longueur dans œuvre, suivant *eq*, *gp*, *sr*, etc., fig. 443; à cette mesure on ajoute, comme nous l'avons déjà dit, 8 centimètres pour chaque portée dans les murs en pierre, 16 centimètres dans les murs en moellon, et 3 centimètres pour ce qui entre dans le limon. La largeur est prise au plus large de chaque marche, suivant les droites ponctuées *de*, *ef*, *gh* et *ik*, lesquelles sont perpendiculaires aux arêtes supérieures des parements de face, et à cette mesure on ajoute 5 centimètres pour le recouvrement de la marche supérieure.

Les différentes tailles sont ensuite mesurées et évaluées comme pour les marches précédentes.

On nomme *marches dansantes et délardées* des marches semblables aux précédentes, mais dont le devant a plus de hauteur que le derrière.

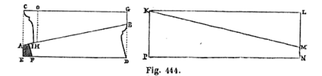


Fig. 444.

Deux marches dansantes, délardées par dessous et profilées sur le devant, peuvent être débitées dans le même morceau de pierre, fig. 444, par le moyen d'un trait de scie AB. Ici, le

sciage a lieu dans le sens du profil et suivant un plan oblique pour former le délardement des deux marches.

Par l'inspection de la figure et par les raisons que nous avons données pour les marches délardées de la fig. 437, on voit pour quel motif une partie de pierre EAIF, fig. 444, est jetée bas et de quelle dimension doit être le prisme de la pierre pour qu'il puisse contenir deux marches de l'espèce dont il s'agit.

Les parties de pierre supprimées EAIF et KLM sont comptées en cube comme évidement et déchet, et celles sur le devant des marches sont comprises dans le produit de la pierre en œuvre.

Ainsi une marche CB, après le délardement produit par le sciage AB, mais avant l'évidement KLM, forme un prisme quadrangulaire qui a pour base le trapèze CGBA et pour hauteur la longueur de la marche.

Le cube total est donc : $\frac{CA + GB}{2} \times CG \times PN$,

dont pour pierre jetée bas avec déchet, le prisme triangulaire tronqué KLM, lequel a GB pour hauteur aux angles K et L, et OH à l'angle M.

Pour avoir OH, on fait CO = MN, et du point O on abaisse la perpendiculaire OH.

Ainsi, la solidité de ce prisme est égale à la surface du triangle KLM qui lui sert de base, multipliée par le tiers de la hauteur de ses trois arêtes,

$$\frac{LM \times KL}{2} \times \frac{2GB + OH}{3}$$

Supposons maintenant des chiffres au lieu de lettres et que

$$LM = 16$$
$$KL = 52$$
$$GB = 4$$
$$OH = 15$$

on aura 16 multiplié par 52, ce qui fait 0,0832 qui, divisés par 2, donnent 0,0416 multipliés par deux fois 4, c'est-à-dire 8, plus 15, ce qui fait 23, divisé par 3, ce qui fait 7666.

```
   0,0416
     7666
  -------
     2496
    2496
   2496
  2912
---------
0,3189056
```

La marche dansante et délardée en question mètrera 0m,3189 et plutôt 0m,319, parce que les 90 qui suivent les 318 sont comptés comme 100 qui, ajoutés à 318, font 319.

Le surplus du cube total est le produit de la pierre en œuvre. Les différentes tailles sont ensuite métrées comme pour les autres marches, d'après leurs dimensions en œuvre, mais en y comprenant les portées, encastrements et recouvrements.

Métré des pierres d'évier.



Fig. 445.

Soit une pierre d'évier, fig. 445, portée d'un côté par un jambage en brique et adossée à un mur, et de l'autre bout par un jambage semblable, mais isolé.

Pour le cube de la pierre on a AB × BC × EF, fig. 446, sans déduction pour le refouillement.

Le parement du dessus, de même surface, sans déduction pour le recreusement, est compté à l'unité de taille.

Le recreusement ou seconde taille est égal à GI × IK que l'on compte à $\frac{3}{4}$ de taille, compris le refouillement, jusqu'à 5 centimètres de profondeur. Si ce refouillement est de 7 centimètres, on doit le compter à 1 1/2.

Fig. 446.

La taille du rebord à l'intérieur est prise suivant le pourtour GIKH, et comptée sur 10 centimètres de taille, compris l'angle arrondi du fond. A ce pourtour il n'est ajouté aucune plus-valeur pour les quatre angles arrondis verticaux G, I, K, H.

Le lit du dessous, qui est ordinairement dégrossi, est réduit à 1/6 de taille; les parements visibles et layés (taillés avec un

marteau breté ou refendu à dents par sa hache) AC et CD sur l'épaisseur sont comptés à l'unité, et la hauteur EF est égale à celle de la pierre; la taille de chanfrein est comptée sur 8 ou 10 centimètres, suivant sa largeur; l'arrondissement de l'angle B est évalué à 0m,03 de taille; les joints dégrossis AC et CD sont réduits à $\frac{1}{6}$, et enfin le trou pour le passage des eaux ménagères est évalué à 0m,10 de taille, et 0m,15 s'il porte une nervure pour recevoir la crapaudine.

Métré des corniches en pierre.

Le métré des corniches en pierre se compose de cinq opérations :

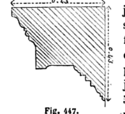


Fig. 447.

1° de la pierre en œuvre, 2° de la pierre jetée bas pour l'ébauche des moulures suivant les masses principales des profils, laquelle doit être comptée comme évidement et déchet; 3° de la taille d'épannelage, faite par suite de la pierre jetée bas; 4° de l'évaluation des profils; 5° de la longueur des moulures et de l'évaluation des angles et ressauts.

Chaque assise d'une corniche est d'abord métrée suivant son équarrissage, en distinguant la pierre en œuvre de la pierre jetée bas pour le dégagement des moulures, et la taille d'épannelage est ensuite comptée séparément pour demi-taille, comme étant faite par suite d'évidement. Les tailles d'épannelage doivent être prises, autant que possible, d'après leurs dimensions réelles. Ce procédé est plus exact que de compter leur développement suivant la hauteur et la saillie des corniches. On ne doit se servir du dernier moyen que lorsqu'il est impossible d'opérer autrement.

Lorsqu'une corniche est formée de plusieurs assises dans sa hauteur, il faut prendre les mesures d'un lit à l'autre, afin de pouvoir déterminer les évidements de chaque morceau de pierre, ainsi que les tailles d'épannelage qui en dépendent.

Le *profil* d'une corniche ou de toute autre moulure en pierre a pour mesure : 1° une fois et demie sa hauteur et sa plus

grande saillie; 2° plus chaque filet, listel ou larmier, cinq centimètres; 3° pour chaque moulure simple, comme quart de rond et cavet, 10 centimètres; 4° pour chaque moulure composée, comme cymaise, talon et baguette, 15 centimètres.

Prenons la corniche de la fig. 447.

Sa saillie, supposons-nous, sera. . .	$0^m,43$
Sa hauteur.	$0^m,43$
	86
Moitié en plus.	43
Ensemble.	$1^m,29$
Plus 3 filets, à 5 cent.	$0^m,15$
3 moulures simples, à 10 c. . . .	$0^m,30$
2 moulures composées, à 15 c. . .	$0^m,30$
Valeur du profil.	$2^m,04$ centimètres.

Ainsi le profil d'une corniche ou de toute autre moulure en pierre a pour mesure une fois et demie la somme de sa hauteur et de sa plus grande saillie, et le produit augmenté à raison de

5 centimètres pour chaque filet, listel ou larmier,
10 . . . . moulure simple, quart de rond et cavet,
15 . . . . moulure composée, cymaise, talon et baguette.

A la longueur réelle des corniches ou autres moulures en pierre, pourtournée sur les ressauts et prise au milieu de la saillie, on ajoutera 16 centimètres pour chaque angle saillant et 32 centimètres pour chaque angle rentrant.

Du calcul décimal de la superficie et du cube.

Nous devons faire remarquer que le *mètre cube* et ses multiples ou sous-multiples ne conservent pas entre eux les rapports que désignent leurs dénominations.

Ainsi le décimètre cube n'est pas la dixième partie du mètre

cube, mais la 1000e; le centimètre cube en est la *millionième*, et le rapport qui est *décimal* pour les mesures de longueur, et *centésimal* pour les mesures de superficie, devient *millésimal* pour les mesures de solidité. Si donc on veut additionner des mètres cubes avec des décimètres cubes, ou soustraire les uns des autres, il faut avoir grand soin de placer les décimètres cubes de manière que les unités de ces décimètres répondent à la troisième décimale des mètres, les centimètres cubes à la sixième décimale, etc.

Rappelons ici qu'un point placé devant un chiffre (.5) en fait des 10es; qu'un point en avant d'un zéro suivi d'un autre chiffre (.05 ou .07) en fait des 100es; qu'un point suivi de deux zéros en fait des 1000e. Ainsi .9, .08, .006, ou .4, .11, .126 indiquent neuf dixièmes, huit centièmes et six millièmes, ou quatre dixièmes, onze centièmes, cent vingt-six millièmes.

Dans les mesures cubiques, le centimètre cube est la millionième partie du mètre cube, etc.

Voilà ce qui fait qu'on pourrait être surpris du calcul fait à la page 85, d'une pièce de charpente de 4 mètres de longueur sur 28 centimètres de largeur et 21 centimètres de hauteur qui ne produit que 23 centimètres cubes.

En multipliant les 28 centimètres linéaires par les 21 centimètres linéaires, on aura $0^m,0588$ superficiels, ou $0^m. \frac{5}{100}$, $\frac{8}{1000}$, $\frac{8}{10000}$ ou $\frac{588}{10000}$ du mètre superficiel qui contient 10,000 centimètres, car le mètre superficiel a 100 centimètres de largeur et 100 centimètres de longueur : or, $100 \times 100 = 10,000$.

Voici l'opération 28×21.

$$\begin{array}{r} 28 \\ 21 \\ \hline 28 \\ 56 \\ \hline 588 \end{array}$$

Nous avons ici trois chiffres dans le produit de 28 multiplié par 21. Mais comme ces deux nombres sont décimaux et qu'il

faut que dans le produit il y ait autant de décimales qu'il y en a ensemble dans les deux sommes multipliées (28, 21), il faut selon la règle ajouter ici à gauche du produit un zéro, pour avoir l'expression réelle des deux nombres multipliés.

Nous allons multiplier ces $0^{m},0588$ superficiels par 4 mètres pour avoir le cube en question.

$$\begin{array}{r} 0^{m},0588 \\ 4 \\ \hline 0^{m},2352 \end{array}$$

Il faut bien se souvenir que, dans les mesures superficielles, le décimètre et le mètre carrés ne sont pas dans la proportion de 1 à 10, mais de 1 à 100; que le mètre et l'hectomètre carrés ne sont pas dans le rapport de 1 à 100, mais de 1 à 10,000. Il faut considérer ces mesures comme des unités particulières, dont chacune est 100 fois plus grande que celle qui la suit immédiatement.

Il faut encore se rappeler que le rapport qui est décimal pour les mesures de longueur, centésimal pour les mesures de superficie, devient millésimal pour les mesures de solidité.

Ainsi, dans le résultat de la multiplication des mesures de longueur, de hauteur et de largeur, on aura à distinguer le rapport millésimal.

Exemple : 2 mètres 14 centimètres multipliés par 3 mètres ($= 6^{m},42$) multipliés par 8 mètres cinq centimètres produisent 51 mètres cubes, 6810 : ces décimales sont des cent-millièmes de mètre cube, ou des dix-millièmes de décistère.

Autre exemple : un mur de 2 mètres d'épaisseur, de $2^{m},04$ de hauteur et $7^{m},06$ d'élévation, produira ($2 \times 2,04 = 4,08 \times 7,06 = 28^{m},8048$) 28 mètres cubes.

Dans les temps modernes, où les fortunes ont généralement diminué et où la construction, tant à la campagne qu'à la ville, a augmenté en valeur, on a désiré se rendre un compte exact du prix d'une construction projetée ou avant sa réalisation.

Alors s'est élevée une nouvelle profession, celle de vérificateur de bâtiment. Le vérificateur ne se borne pas seulement, ainsi que l'indique son nom, à vérifier sur place les dimensions des travaux exécutés ainsi que les prix convenus d'avance et ceux qui sont cotés dans les mémoires fournis par les différents entrepreneurs employés dans ces travaux, mais le vérificateur se charge en outre, ayant tous les dessins du bâtiment à élever devant les yeux, d'en rédiger le *devis* complet.

Cette profession exige une longue expérience, des connaissances variées et extrêmement arides. On conçoit aisément qu'un propriétaire ne peut avoir cette expérience ni se soumettre aux opérations arides que demandent les calculs pour arriver à connaître les cubes de fouilles, de maçonnerie, de charpente, de menuiserie, la superficie des légers ouvrages, de la peinture, de la couverture, des planchers, lambris, portes, fenêtres, etc., etc. Il n'est donc pas donné à un propriétaire de pouvoir dresser un devis aussi juste, aussi exact et aussi complet que le ferait un métreur-vérificateur.

Toutefois, avec des plans arrêtés, avec une coupe et une élévation, on peut arriver, sans être du métier, à se rendre un compte approximatif de la dépense d'un bâtiment à élever.

Pour connaître le cube de la fouille, il faut prendre les dimensions des vides, leur longueur, leur largeur et leur hauteur, et multiplier ces dimensions l'une par l'autre.

Supposons une fouille de terre de 12 mètres de longueur, sur 10 mètres de largeur et 3 mètres de hauteur ou de profondeur. Nous aurons 12 à multiplier par 10, ce qui produit 120, qu'il faut multiplier par 3, ce qui produit 360 mètres cubes. Si la profondeur n'était que de 2 mètres, cela ne produirait que 240 mètres cubes.

Pour connaître le cube des maçonneries, il y a également deux multiplications à faire. Il faut prendre la longueur du mur, multiplier cette longueur par sa hauteur, et enfin le résultat par l'épaisseur du mur. On en aura ainsi le cube. Supposons un mur de 12 mètres 65 centimètres de longueur, de 5 mètres de hauteur : ces deux dimensions multipliées l'une par l'autre produisent 6325 : ce dernier nombre doit être multiplié par l'épaisseur du mur que nous supposerons être de

45 centimètres. — 6325 multipliés par 45 produisent 28 mètres 462 millimètres cubes.

```
    12,65
        5
    63,25
       45
    31625
   25300
  28,4625
```

Comme on a quatre décimales (65 et 45), ces quatre chiffres doivent être retranchés à la droite de la somme totale, ce qui donne les 28 mètres et les 462 millimètres.

Il est d'habitude de ne tenir compte en calculs de construction que de deux, tout au plus de trois nombres décimaux. La fig. 430 indique avec son texte comment on mesure le cube des voûtes. Quant à ce qu'on nomme les légers ouvrages, les enduits, etc., on les compte par superficie ; c'est donc une seule multiplication à faire, la hauteur par la longueur pour les pans de bois, la longueur par la largeur pour les plafonds. La fig. 447 indique la manière de mesurer les corniches.

Quant à la charpente, il faut avoir sous les yeux le plan des planchers, le détail en élévation des pans de bois et des fermes du comble, et puis calculer le cube de chaque pièce de bois, grande et petite, indiquée sur les dessins. C'est une opération très-longue et peu récréative pour quiconque n'est pas du métier.

Mais on peut se dispenser de cette opération quand on sait que les planchers ordinaires emploient en constante sept centimètres cubes de bois par mètre carré ou superficiel : les planchers plus forts que les ordinaires emploient huit centimètres cubes par mètre carré. Nous allons donner un exemple de ce calcul. On a un plancher de 7 mètres 50 centimètres de longueur sur 5 mètres 50 centimètres de largeur. Ces deux nombres multipliés ensemble produisent 41 mètres 250 millimètres, qu'il faut multiplier par 0 mètre 7 centimètres ($0^{m},07$). Le produit en sera 2 mètres 887.

```
   7,50
   5,50
 -------
  37500
 3750
 -------
 41,2500
    0,07
 -------
2,887500
```

Les pans de bois de 22 centimètres d'épaisseur emploient 5 centimètres cubes de bois par mètre carré ou superficiel; ceux de 15 centimètres d'épaisseur emploient 6 centimètres cubes de bois par mètre carré. Exemples : on a un pan de bois de 22 centimètres d'épaisseur, de 6 mètres 15 centimètres de longueur, sur 4 mètres 10 centimètres d'élévation. Multipliez $6^{m},15$ par $4^{m},10$, ce qui produit 252150 qu'il faut multiplier par 5 centimètres ($0^{m},05$).

```
   6,15
   4,10
 -------
   6150
  2460
 -------
 25,2150
      05
 -------
1,260750
```

Ce qui fait 1 mètre 260 millimètres cubes.

Pour un pan de bois de 15 centimètres d'épaisseur, si l'on prend les mêmes hauteur et largeur, on aura 1 mètre 512.

Quand on a les cubes, on multiplie par le prix, et il en est de même pour les superficies. Ainsi 21 mètres 25 centimètres cubes de bois mis en œuvre, à 95 francs le mètre cube, produisent 2018 francs 75 centimes.

```
  21,25
     95
 -------
  10625
 19125
 -------
2018,75
```

Le montant de la couverture est aisé à calculer. C'est la superficie des différents rampants multipliés par le prix soit de l'ardoise, soit de la tuile ou du zinc.

On peut convenir avec le menuisier du prix du mètre courant de portes, de fenêtres, de persiennes, de volets, de lambris, de plinthes, etc.

Le devis de la serrurerie est plus difficile. Mais on peut calculer le poids des gros fers et le multiplier par le prix courant. On peut se rendre compte de la quantité de serrures, de pentures, de gonds, d'arrêts de persiennes, d'espagnolettes ou de crémones, d'équerres, tous objets dont on peut savoir le prix d'avance, la pose comprise ou non.

Quant à la peinture, elle se mesure superficiellement, et l'on peut facilement se rendre compte, avec l'assistance d'un peintre, comment on doit s'y prendre pour métrer la peinture soit à la colle, soit à l'huile, soit à deux, soit à trois couches.

Pour la plomberie, il y a des objets qui se paient au poids et d'autres au mètre courant.

Nous donnons dans la bibliographie le titre des ouvrages qui peuvent servir à établir un devis aussi bien qu'à la vérification des travaux achevés.

FIN.

TABLE ALPHABÉTIQUE.

D.

E.

M.

N.

O.

P.

Q.

R.

S.

FIN DE LA TABLE.

ERRATA.

Page 132, deuxième ligne d'en haut, *lisez :* dans les maisons de campagne carreler.... *au lieu de :* dans les maisons de carreler.

Typographie Firmin Didot. — Mesnil (Eure).

